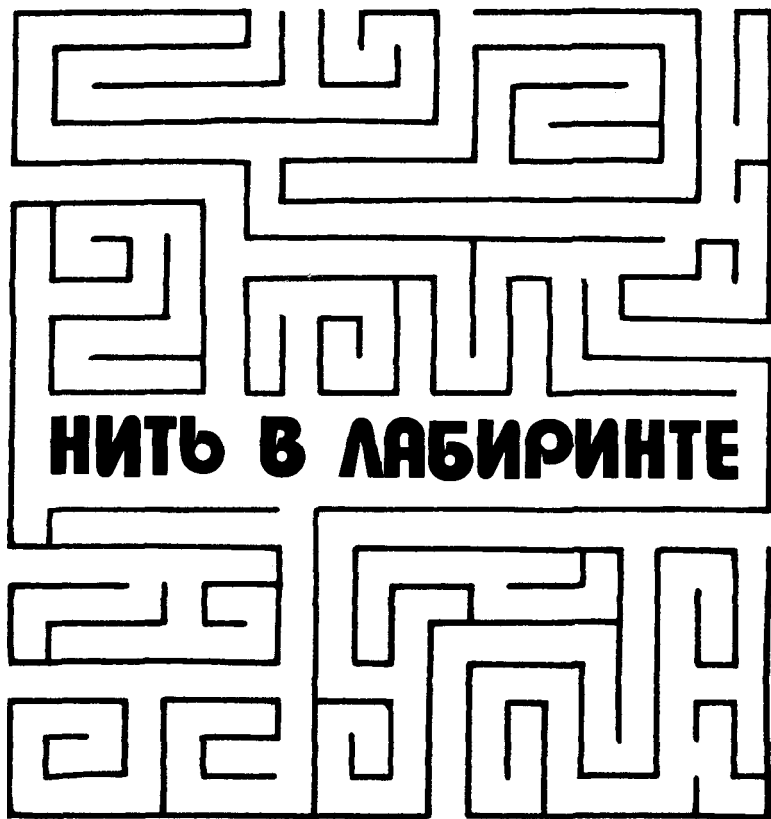


ТЕХНИКА  
МОЛОДЕЖЬ  
ТВОРЧЕСТВО



ПЕТРОЗАВОДСК  
«КАРЕЛИЯ»  
1988

30у  
Н69

Составитель А. Б. Селюцкий  
Рецензент — кандидат технических наук  
Е. Г. Немкович

OCR&spellcheck vCh

Н 2101000000—037 19—88  
М127(03)—88

ISBN 5—7545—0020-3

© «Карелия», 1988

## КОМУ НУЖНА ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ?

В июле 1987 года во Дворце культуры и техники «Машиностроитель» состоялся 4-й Петрозаводский семинар по теории решения изобретательских задач и функционально-стоимостному анализу, на который съехались около ста преподавателей и разработчиков ТРИЗ и ФСА со всего Советского Союза, а инженер Эмил Хинков приехал из Болгарии.

Семинары по ТРИЗ отличает очень большая активность аудитории, доклады обсуждаются бурно, равнодушных в зале нет. На 4-м Петрозаводском семинаре обсуждались такие вопросы, как «Создание качественно новой техники на основе проведения функционально-стоимостного анализа», «Создание долгоживущих технических систем», «Хозрасчетные творческие объединения молодежи», «Формирование творческих коллективов» и многие другие. Впервые был остро поставлен вопрос о необходимости разработки учебника для массового внедрения ТРИЗ. Одной из основных тем семинара стала тема воспитания творческой личности. Как выяснилось, эта проблема волнует очень и очень многих.

На одном из «Больших педсоветов» молодежного жилого комплекса (МЖК) Петрозаводска рассматривался вопрос о том, какой быть школе для детей членов МЖК? Естественно, члены МЖК считают ее прототипом школы будущего. Вопрос на обсуждение был поставлен так: «Каким родители мечтают видеть выпускника будущей школы?» Выяснилось, что многие молодые родители хотели бы видеть своих детей талантливыми, интересными, творческими людьми. Что же для этого нужно сделать?

В работе семинара принял участие известный в стране педагог Б. П. Никитин, сумевший на примере воспитания своих семерых детей показать возможность пробуждения творческих начал у детей, начиная с грудного возраста.

Методика Б. П. Никитина, безусловно, интересна и полезна, особенно на самых ранних этапах развития человека (примерно до 5—6 лет), ее с успехом использует множество молодых семей. Однако сам Борис Павлович, выступая, говорил, что по его методике человек хорошо развивает свои творческие способности лет до 20, а потом кривая роста способностей начинает «загибаться». Он ищет причину

этого явления, чтобы продолжить разработку своей методики, придумывает различные развивающие игры и предлагает их для широкого распространения.

Вопрос о необходимости разработки теории развития творческой личности был поставлен Г. С. Альтшуллером еще на 3-м Петрозаводском семинаре в июле 1985 года как одно из основных теоретических направлений на ближайшие годы. К этому времени им и И. М. Верткиным были установлены и апробированы на многочисленных семинарах основные критерии качеств творческой личности. Было, в частности, выявлено самое главное качество, присущее любой творческой личности, — наличие Достойной Цели.

Если с этих позиций взглянуть на методику Б. П. Никитина, то становится ясно, почему у его детей со временем пропадает интерес к развитию способностей: не имея крупной цели, человек устает работать над собой. Но легко ли быть творческой личностью с большой буквы?

Сегодня во многих городах нашей страны, в том числе в Петрозаводске, уже есть опыт обучения детей ТРИЗ, начиная с шестого класса, поскольку многие задачи имеют чисто физические решения, а физику начинают изучать в шестом классе. Идеально было бы обучать ТРИЗ еще с дошкольного возраста, но как детям объяснить суть физических явлений и эффектов?

На 4-м Петрозаводском семинаре два девятиклассника из Норильска — Женя Береснев и Дима Чистяков — продемонстрировали изобретенную ими игру... в кубики. На кубиках изображены человечки (на каждом кубике по человечку): бегущий, стоящий по стойке «смирно» и с разведенными в стороны руками. Это человечки разных веществ.

Если сложить ряд кубиков с человечками с разведенными в стороны руками, то, объясняют ребята, мы получим твердое тело. Если же сложим стоящих по стойке «смирно» — это жидкость. Бегущие человечки — газ. Например, если в массив стоящих «смирно» затесался один бегущий — это пузырек газа в жидкости — значит, жидкость закипает.

С помощью этих кубиков детям в чисто игровой форме можно объяснять даже довольно сложные физические процессы.

В последнее время к преподавателям ТРИЗ очень часто обращаются представители профессионально-технического обучения с просьбой помочь в преподавании курса «Творчество в твоей профессии». Действительно, курс теории решения изобретательских задач отработан именно на практических задачах из самых разных отраслей техники. Ну, а если взять не только технику?

Никого не удивляют различные трюки в кино: там нет особой сложности снять, например, человека, проходящего сквозь стену. Для этого достаточно специальных операций с пленкой. А в театре?

Представьте себе такую сцену. Идет пьеса по фантастической повести-сказке братьев Стругацких «Понедельник начинается в субботу». Один из магов покидает комнату, в которой находится главный герой Саша Привалов, прямо сквозь стену. Саша бросается вслед за ним и изо всех сил ударяется о то же самое место, сквозь которое прошел маг.

Думается, многие режиссеры с удовольствием бы поставили веселую и поучительную повесть Стругацких, если б не необходимость решать множество задач, имитирующих волшебство. Примером умелого применения изобретений в драматургии является Театр на Таганке. Этот театр славится и талантливыми актерами, и режиссерскими решениями. Здесь минимальными изобразительными средствами прекрасно решаются чисто драматургические задачи (например, в пьесе М. Горького «Мать» взвод солдат в зависимости от обстоятельств то толпа, то забор, то жандармы, то просто фон, в пьесе Б. Васильева «А зори здесь тихие» доски выполняют роль то леса, то кузова автомобиля, а в конце пьесы — гробов).

И уж совсем, казалось бы, не «техническая» область творчества — музыка. В Петрозаводском народном университете научно-технического творчества в разное время учились два музыканта, один из них — музыковед Карл Раутио (знаменитому карельскому композитору К. Раутио он приходится внуком). Карл поставил перед собой задачу — создать «детский музыкальный конструктор», который бы выполнял такую же роль в искусстве, как детские «конструкторы» в технике. Но этот «конструктор» должен с самых ранних лет прививать ребенку вкус не только к конструированию музыкальных инструментов, но и к созданию («конструированию») музыкальных произведений. Задача, прямо скажем, с точки зрения профессиональных музыкантов просто еретическая. Время покажет, сможет ли он осуществить свою цель, но уже в процессе работы над «конструктором» выявлены интересные направления для разработок.

Одним словом, ТРИЗ нужна всем. Даже если человек не станет решать изобретательские задачи, он, изучая такой раздел, как курс развития творческого воображения, сумеет управлять им: когда необходимо — «включать», а когда необходимо — «выключать» свое воображение и даже регулировать его силу.

Работа семинара не была напрасной, идеи его нашли отражение во второй книге цикла «Техника — молодежь — творчество» — «Нить в лабиринте». Тираж первой книги — «Дерзкие формулы творчества» — разошелся по всей стране и уже довольно активно используется в качестве учебного пособия во многих школах и университетах, преподающих теорию решения изобретательских задач.

Открывает книгу работа И. М. Верткина «Бороться и искать... О качествах творческой личности». Она написана на основе анализа большого количества биографий творческих личностей и заставляет

человека задуматься, взглянуть на себя самого, на свое отношение к жизни и к людям. Не исключено, что у этой части книги найдется немало оппонентов, но книги для того и пишутся, чтобы вызывать раздумья и споры.

Вторая часть книги — «Подвиги на молекулярном уровне». Ее автор — Ю. П. Саламатов рассказывает о том, как химия помогает решать трудные изобретательские задачи. Это своего рода справочник по решению изобретательских задач с помощью химэффектов.

Третья часть книги — «Маленькие необъятные миры», автор Г. С. Альтшуллер. В этой части представлены стандарты на решение изобретательских задач. Сегодня их 76, но работа продолжается.

И, наконец, четвертая часть — отрывок из научно-фантастической повести Г. Альтова «Третье тысячелетие». В предложенном отрывке читатели узнают об одном из вариантов школы будущего. Для изучающих ТРИЗ это хороший материал для развития творческого воображения.

*А. Б. Селюцкий*



И. М. Верткин

# **БОРОТЬСЯ И ИСКАТЬ...**

О качествах творческой личности





---

## ГЛАВА ПЕРВАЯ

### ВЫБОР ЦЕЛИ

Наши представления о творческой личности сводятся, как правило, к двум противоположным стереотипам. Первый — стопроцентно удачливый: туманный взгляд в полумночном свете настольной лампы, внезапное озарение, быстрое признание, успех, встречи с интересными людьми, дружба с великими, международные конгрессы, награды, путешествия, автографы, причуды... Второй стереотип полностью трагичный: творческий труд тяжелее каторжного — это постоянное безденежье, вынужденные скитания, непрекращающаяся борьба за признание, встречи в основном с противниками...

Бесполезно спорить, какое из двух этих мнений верное: каждое из них основано на реальных жизненных примерах. Верны оба. Представьте, что вы попросили рассказать о своей жизни профессионального спортсмена, марафонца или боксера например. «Да, спорт — это интересные поездки, разные страны, аплодисменты болельщиков, олимпиады, интервью, золотые медали... — ответит он, — но спорт — это и ежедневные тренировки до седьмого пота, «железная» диета и жесткий распорядок дня. Тяжелый труд, постепенно превращающий человека в живой механизм, в узкоспециализированного робота. Перегрузки, травмы...»

Творческий труд — это марафон. Иногда длиною в жизнь. Счастлив тот, кто разорвал финишную ленточку, — кто полностью прошел цикл «открытие — внедрение — лавры». А если жизни не хватило, чтобы «добежать» до конца? Какими качествами надо обладать для победы? Как выбрать верное направление поиска? Ведь перед «стайером» в творчестве расстилается много дорог. Как выбрать ту, может быть, единственную, что приведет к победе?

Творчество ставит много вопросов. Давайте разбираться.

### ТВОРЧЕСТВО ТВОРЧЕСТВУ РОЗНЬ

Понятие «творчество» очень широкое и потому неопределенное. Труд артиста и изобретателя, поэта и рабочего, сыщика и даже ухищрения преступника — все это творчество. Только творчество разное. Решение задач тоже называют творчеством. Точнее, поиск решения, его процесс. Но если путь к ответу четко обговорен, если

он обрисован конкретными правилами и примечаниями, если свернуть на этом пути некуда, если задана жесткая программа действий — это не творчество. Творческий путь к решению полон неожиданностей и неопределенностей.

Мир творчества удивительно многообразен, и классифицировать его можно по различным параметрам. Нас интересует главный признак — новизна. А конкретнее, новизна постановки задач и новизна их решения.

К простейшему творчеству можно отнести применение известного решения к известной проблеме. Предположим, надо создать механизм для поднятия грузов. Старая проблема, известно и ее старое решение: использовать подъемный кран. Но краны бывают разные. Новизна творческого труда сводится здесь к созданию конкретной конструкции подъемного крана определенной схемы и заданной грузоподъемности. Это творчество первого типа — наиболее благополучное, потому что оно отвечает потребностям сегодняшнего дня, дает решение сегодняшних задач. Этих решений с нетерпением ждут на производстве, а поэтому сравнительно быстро идет и их внедрение.

Творчество первого типа есть и в науке, и в искусстве, да и во всех других областях деятельности. Основная особенность его в том, что оно не ломает привычных взглядов и традиционного отношения к окружающему миру, не выходит за рамки общепринятых методов. Именно такое творчество сформировало и продолжает поддерживать общественное представление о престижности творческого труда. В большинстве случаев это творчество действительно престижно и действительно дает надежное место в жизни. В основном оно бесконфликтно и не вызывает трений между творцом и обществом. Общество само ставит для него задачи и само же обеспечивает внедрение их решений в нужных для производства масштабах.

К творчеству первого типа человека готовят — огромная система школ, техникумов, вузов непосредственно призвана к этому. Творчество первого типа приветствуют и ценят — работает отлаженная система морального и материального стимулирования. Продукты такой творческой деятельности легковнедряемы: они понятны, привычны, не требуют коренной перестройки производств, чрезвычайно рентабельны — сразу же начинают приносить значительную прибыль. И все-таки даже такое творчество порою встречает на своем пути сильное сопротивление. Став чуть масштабнее, чуть шире «дозволенного», оно наталкивается на стену непонимания, неприятия. Примеров тому достаточно. Один из них привел в своем докладе на июньском (1986 г.) Пленуме ЦК КПСС М. С. Горбачев:

«В Черкассах есть завод Минэлектротехпрома и научно-исследовательский институт такого же профиля. Институт, который возглавлял товарищ Чабанов А. И., разработал новые типы станков и системы управления ими. Они получили признание на междуна-

родных выставках, начали поступать заказы от наших предприятий и из-за рубежа.

Вместе с тем завод, который в первую очередь должен был бы использовать эти достижения, упорно игнорировал новую технику. А когда в июле прошлого года т. Чабанова назначили временно исполнять обязанности и директора завода, он, не ожидая утверждения технических условий на новую продукцию, решил организовать ее выпуск. Была дана жизнь передовой технике, поправлено финансовое положение предприятия. Однако нашлись работники, которые начали писать, что новый руководитель отошел от инструкций, допустил приписки. Как же поступили министерство и обком партии?

Нельзя сказать, что по-новаторски. Директора отстранили от работы, материал на него был передан в следственные органы. Чтобы разобраться в деле, пришлось вмешаться ЦК КПСС, генеральному прокурору. Никаких злоупотреблений, тем более преступлений не обнаружилось. Кажется, все ясно. Но и после того, как была восстановлена истина, партбюро исключило т. Чабанова А. И. из партии. Более того, когда коммунисты встали на его защиту и направили письмо в адрес съезда, оно до Москвы так и не дошло, его изъяли на почте местные органы»\*.

В приведенном примере на конкретном конфликте между Чабановым и местным руководством рассматривается типовое явление: выбраны актуальные народно-хозяйственные задачи, решены, начато внедрение, оно приносит прибыль и... наталкивается на стену. Почему? Да потому, что всякие новации — это всегда хлопоты, риск, беспокойства, которые приносят новые беспокойства. Все это не подходит для людей, ищущих в работе лишь комфортные условия существования, не желающих экспериментировать и потому избегающих, тормозящих всяческие нововведения. Если такие люди занимают ответственные должности, если от них в какой-то мере зависит «разрешить» или «не разрешить», то здесь и возникает борьба, о которой говорилось выше. Борьба между творцом и консерватором.

Сложнее обстоит дело с творчеством второго типа. Сюда можно отнести новое применение известного решения (идеи, конструкции) или новое решение старой задачи, то есть решение непринятными, непривычными в данной области средствами.

В 1914 году Глеб Котельников, изобретатель парашюта, захотел испытать свою конструкцию на прочность. Выбросить груз из самолета на парашюте ему запретили: не знали, как поведет себя летательный аппарат, если в полете лишится 80—100 килограммов. Тогда было решено провести испытания на автомобиле. Когда маши-

---

\* Горбачев М. С. Доклад на Пленуме ЦК КПСС 16 июня 1986 года // Избранные речи и статьи, — М.: Политиздат, 1987.— Т. 3.— С. 452—453.

на, набрав скорость 70—80 км/ч, пошла против ветра, Котельников выбросил привязанный к ней парашют. И тут произошло неожиданное: раскрывшись, купол парашюта остановил машину, не дав ей проехать и 4—5 метров. Так совершенно случайно было сделано открытие: парашют может служить и тормозом, причем не только автомобиля, но и самолета, к примеру, если посадочная полоса короткая. Это открытие — типичный продукт творчества второго типа: для известного парашюта было найдено новое применение. Поэтому интересно характерное, типичное отношение к изобретению. Котельников пишет: «Я уже приготовил было чертежи и описание такого тормозного парашюта для патента, даже модельку сделал, но тогдашние знатоки авиации меня осмеяли, и я так и не подал заявки»\*.

Итак, реакция окружающих — подняли на смех. Причина проста: не возникла еще к тому времени проблема воздушного торможения самолета. Не было высокоскоростных машин, для которых это изобретение могло пригодиться. На тот период находка Котельникова была решением задачи будущего. Пусть недалекого, но все-таки будущего. Сейчас воздушное торможение выросло в отдельное направление в авиации. Да и не только в авиации: такие тормоза используют на гоночных автомобилях, в космической технике, даже в спортивных состязаниях. Но тогда эта проблема казалась надуманной, «высосанной из пальца» и потому смешной.

Примерно через двадцать лет после своего случайного открытия Котельников узнал из газет и журналов, что в Америке и Японии используют самолеты с воздушным тормозом, — точно таким, какой он собирался запатентовать когда-то. Двадцать лет! — вот дистанция от смешного до понятного.

Творчество второго типа работает на завтрашнее общество, выполняет его социальный заказ. И чем раньше мы увидим завтрашние проблемы, тем легче нам будет завтра. Как заманчиво было бы начать бороться за сохранение окружающей среды где-нибудь в конце прошлого века — начале нынешнего. Тогда эта проблема не была насущной, тогда были свои актуальные задачи. А теперь мы говорим об экологическом кризисе и понимаем, что спохватились поздновато...

Человечество пока не может предсказать задачи завтрашнего дня. Нет и механизма, чтобы воспользоваться уже найденным: даже когда задачи будущего волею случая бывают обнаружены и решены, человечество отвергает эти решения, живя днем сегодняшним. А понимание ошибки, промаха приходит зачастую тогда, когда уже поздно, да и невозможно что-то изменить. В. И. Вернадский писал: «Вся история науки доказывает на каждом шагу, что в конце

---

\* Котельников Г. Парашют.— М.: Детгиз, 1943.— С. 72.

концов постоянно бывает прав одинокий ученый, видящий то, что другие своевременно осознать и оценить были не в состоянии»\*.

Недооценка, непонимание окружающими важности решенной проблемы — вот одна из причин неприятия результатов творчества второго типа. А если на старую, известную проблему найдено принципиально новое, нетрадиционное решение, то причина неприятия другая: инерция сложившейся иерархии специалистов. Вот конкретный пример.

Проблема прогнозирования погоды стара, как наш мир. Сегодня погоду предсказывают по изменению давления атмосферы. До недавнего времени этот метод считался основным, хотя точность его, увы, и при краткосрочных прогнозах оставляла желать лучшего, не говоря уже о предсказаниях на более длительные сроки. В то же время существовала теория, объяснявшая изменения погоды колебаниями мощности двух взаимодействующих потоков, холодного и теплого. Однако закономерности этих колебаний были неясны, и потому метеорологи продолжали (как продолжают и сейчас) следить за давлением.

Советский ученый А. В. Дьяков рассчитал закономерности атмосферных колебаний, связав их с активностью Солнца и создал модель взаимодействия главных потоков воздуха с геомагнитным полем Земли. Суть его открытия: чем активнее Солнце, тем больше ионизирует оно воздух, тем сильнее потоки воздуха взаимодействуют с магнитными полями Земли. Результаты применения этой теории: точность десятидневных прогнозов доведена до 90—95 процентов, месячных и трехмесячных (сезонных) — до 80—85 процентов. Кроме того, не менее чем за 15 суток предсказано много значительных аномалий: штормов, тайфунов, ураганов.

Казалось бы, теория, дающая такую прекрасную отдачу (каждое точное предсказание — это сбереженные миллионы и миллиарды материальных средств и спасенные жизни людей), должна получить автоматическое признание и внедрение. Однако на практике картина прямо противоположна: способ, открытый Дьяковым, применялся... самим только Дьяковым!

За свои деньги во все концы света Дьяков рассылал телеграммы-предупреждения о грозящих катаклизмах. Его прогнозы с поразительной точностью сбывались. Но мир специалистов-метеорологов уже более четверти века игнорирует теорию Дьякова.

Юрий Рост в очерке об открывателе и его открытии, опубликованном в «Литературной газете» 28 марта 1984 года, пишет о том, что в метеорологии в результате длительного отбора сложилась иерархическая система специалистов. Признание открытия Дьякова должно в какой-то мере разрушить старую пирамиду и привести

---

\* Химия и жизнь, 1985, № 6.— С. 4.

к построению новой. Вполне естественно, что старые специалисты отчаянно сопротивляются этому: раз завоевав себе «место под Солнцем», не хочется отдавать его, и научные интересы сменяются личной заинтересованностью.

Юрий Рост отмечает характерный момент: на протяжении более чем тридцати лет Дьяков не мог опубликовать свою книгу «Предвидение погоды на длительные сроки на энергоклиматической основе». Книга не опубликована до сих пор. Причина все та же: иерархия специалистов.

Совокупность многих подобных фактов приводит к мысли о закономерности. Возможно, не слишком яркой, не бросающейся в глаза, но неумолимой (как любая закономерность) и суровой, требующей борьбы с ней. Это несправедливая закономерность. Так не должно быть. Человечество научилось изменять направление течения рек, запускать искусственные спутники Земли, но благодарностью людям, предсказывающим научную, техническую, социальную и культурную погоду завтрашнего дня, все еще считается роскошью. Мы возводим им памятники, их именами называем корабли, школы, институты, музеи, города. Даже планеты, моря и горы. Но это все потом. А при их жизни? «Может быть, у нас много Дьяковых, что мы так щедры? И неужели мы действительно лучше чувствуем себя в наследниках, чем в современниках?...» — горько вопрошает Юрий Рост.

Неполадки с творчеством первого типа бросаются в глаза. Их видят и с ними борются. Трагедии в творчестве второго типа воспринимаются не так остро: есть засушенные, «горящие» задачи — их надо решать, а не фантазировать. Гораздо неблагоприятнее обстоит дело с творчеством третьего типа, когда для принципиально новой проблемы найдено принципиально новое решение. Такое творчество работает на еще более отдаленное завтра. Противники здесь не ведут споров о несвоевременности решений — они говорят о ненужности, ложности задач, даже об их вредности.

Жизнь Циолковского сплошь проникнута духом творчества третьего типа. Он искал способ расширить мир человека и нашел его в выходе в космос, в другие миры. До Циолковского эта проблема решалась географически — открывались и обживались новые земли. Он же вопрос поставил иначе: как сделать мир бесконечно большим? — и пришел к мысли о космической цивилизации. Для него космос — поле деятельности человечества. Еще фактически не было авиации (в современном ее понимании), не то что космонавтики, а Циолковский решал задачу о состоянии человека в невесомости. Но все решения его оставались «на бумаге».

Циолковский не получил поддержки, потому что его идеи казались чем-то сродни вечному двигателю — если и не столь мифическими, то уж во всяком случае столь же далекими. Ему не мешали заниматься разработками, но и не помогали. Не видели элемента практи-

ческой отдачи и перспективы. А ведь он выступал перед Жуковским, Менделеевым...

Сегодня уже никто не оспаривает практической пользы космонавтики. Более того, новые факты внедрения космической техники воспринимаются как само собой разумеющиеся, без всякой сенсации. Идеи Циолковского, некогда числившиеся «наивными прожектами фантазера», приносят сегодня практические дивиденды, то, чего некогда так добивались его оппоненты, ту самую прибыль, которую они собирались подсчитывать.

Вот сравнительно свежий пример. 8 января 1986 года в газете «Социалистическая индустрия» была опубликована заметка о предложенном в Японии проекте промышленной установки для получения сплавов с идеальной структурой кристаллической решетки. Установка должна работать в условиях искусственной невесомости — ведь такие сплавы можно получать только в космосе. Причем конструкция установки в точности повторяет идею U-образного тренажера для имитации невесомости, предложенного Циолковским.

Итак, Великое Изобретение — независимо от области, в которой оно сделано, места и времени — оказывается «преждевременным». Всегда и обязательно!

\* \* \*

Г. С. Альтшуллер, автор теории решения изобретательских задач, ввел пятиуровневую классификацию изобретательских задач по их новизне.

Первый уровень: применены средства, которые прямо предназначены именно для данной цели, использовано готовое решение для готовой задачи.

Второй уровень: выбран один из немногих альтернативных вариантов решения задачи, которая также выбрана из нескольких возможных.

Третий уровень: изменена исходная задача, изменено привычное решение.

Четвертый уровень: найдены новая задача и новое решение.

Пятый уровень: найдена новая проблема, открыт новый принцип, пригодный для решения не только этой, но и других задач и проблем.

Творческая деятельность первого типа включает решения первого и второго уровней, второго типа — третьего и четвертого уровней. Третий тип творчества — пятый уровень и даже не отмеченный в классификации шестой, представляющий систему открытий пятого уровня.

Степени творчества отличаются, однако, не только уровнем постановки и решения проблем, но и стимулами, инициирующими

самое творчество, и характерной, типовой реакцией окружающих на результаты творческой деятельности.

Мы начали наш разговор с вопроса «Благополучна или трагична жизнь творца?» Сейчас можно ответить вполне определенно: если жизнь связана с творческой деятельностью первого типа, она иногда благополучна, если же с деятельностью второго или третьего типа — почти всегда драматична.

Для развития общества важен любой вид творчества. Но если творчество первого типа непосредственно реализует прогресс, то деятельность второго и третьего типа определяет его стратегические направления, ставя и решая задачи далекого завтра. Поэтому важность такого творчества намного значительней: чем больше масштаб задачи, тем важнее ее решение. И тем более обидно несправедливое отношение к «носителям» этого творчества. Закономерное, но несправедливое.

Драматизм судеб выдающихся людей отмечается во многих обобщающих анализах биографий творческих личностей. В 1987 году в издательстве «Книга» была опубликована книга Г. Е. Померанцевой «Биография в потоке времени». Автор — редактор, журналист, книговед — последние тридцать лет редактировала книги серии «Жизнь замечательных людей». По поводу драматизма биографий Г. Е. Померанцева пишет, что еще в начале века французский педагог Ф. Монтре исследовал, «какие именно черты присущи замечательным людям вне зависимости от рода их деятельности. Ими оказались: душевная цельность, сосредоточенность, трагизм существования (разрядка моя.— *И. В.*), благородство»\*.

Любопытно, что описывая биографии творческих личностей, подтверждающие эту мысль, авторы порой говорят о роковой случайности, не усматривая за огромным числом приводимых ими же примеров роковой закономерности. Так, Гастон Тисандье в книге «Мученики науки» писал: «Зрелище человека, умирающего бедняком в то время, как он обогатил страну, очень печально, но в наше время оно уже больше не встречается. Фердинанды Лессепсы, созидающему гению которых мир обязан великими работами, Дарвины, открывающие уму новые перспективы, не бедствуют; в XIX столетии их не преследуют: избранные люди, трудящиеся таким образом во славу своей родины и на благо человечества, живут окруженные почтением и удивлением своих сограждан»\*\*.

Маркс, Ленин, Морзе, Земмельвейс, Достоевский, Амундсен, Циолковский, Чижевский, Цандер, Морозов, Бальзак, Вавилов,

---

\* Померанцева Г. Е. Биография в потоке времени.— М.: Книга, 1987.— С. 23.

\*\* Тисандье Г. Мученики науки.— СПб., 1894.— С. 14.



Швейцер — имена из девятнадцатого-двадцатого веков, когда по замыслу Тисандье должна была наступить золотая пора для творчества. Когда великие люди эпохи должны были жить «окруженные почтением и удивлением своих сограждан»... Страшно, дико, отвратительно продлевать эту неприглядную закономерность. Но человек обязан знать истину: знание закономерностей явлений дает ключ к управлению ими. Незнание этих закономерностей делает явления роковыми.

Закономерности не бывают ни плохими, ни хорошими. Они могут быть «еще неизвестными» или «уже известными». Любое исследование, в конечном счете, переводит первые во вторые. Наше исследование посвящено проблемам творчества высших типов. Этим и объясняется обилие темных тонов.

### ЗА БОРТОМ ПО СВОЕЙ ВОЛЕ

Все началось с противоречия. Довольно неожиданного противоречия, с которым столкнулась в своем развитии теория решения изобретательских задач. Сейчас ТРИЗ занимается в основном решением задач в технике, поэтому на семинарах по ТРИЗ обучают тоже в основном «технарей». И вот в последнее время на семинарах стало отмечаться странное явление: слушатели боятся сильных решений задач. Казалось бы, абсурд, — как может бояться решения человек, который ищет его?! Однако причина вполне объяснима. Сегодня ТРИЗ позволяет «брать» очень сложные, каверзные задачи, которые когда-то казались неразрешимыми. Они не поддаются обычной логике, для их анализа необходимо уметь мыслить парадоксами. У ТРИЗ есть хорошо разработанный аппарат парадоксальной логики, который позволяет привести анализ к красивому решению. Но ответы парадоксальных задач тоже парадоксальны! А принять неожиданный ответ не так-то легко. ТРИЗ говорит: «Чтобы решить задачу, надо сделать так». Согласиться же с этим «так» и начать бороться за его внедрение или нет — это уже зависит не от ТРИЗ, а от человека, решающего задачу. Надо самому поверить в идею, увидеть ее перспективу, убедить других. На все это нужно время, долгие месяцы, а порой и годы.

Из практики известно, что срок внедрения среднего по уровню изобретения составляет семь — пятнадцать лет. Чем изобретение крупнее, тем этот срок становится дольше. Но семь — пятнадцать лет для человека — значительный отрезок жизни. За это время можно и без изобретений продвинуться по службе, защитить диссертацию. А можно, пробивая «дикую» идею, прослыть беспокойным, неудобным человеком. О скольких таких печальных случаях мы читаем в газетах, журналах, книгах... Нет, боязнь сильных решений небезосновательна.

И вот подходит слушатель с почти готовой выпускной работой (решенной производственной проблемой): «Я решил задачу, идея просто потрясающая... Но сколько времени уйдет на ее внедрение?! Хотелось бы чего-нибудь попроще...». Пройдет время, и бывшая «дикая» идея покажется вовсе не дикой, а вполне логичной, даже очевидной.

Как-то в «Литературной газете» был опубликован диалог председателя Госкомизобретений Ю. Максарева и ленинградского изобретателя Ю. Холопова. Вот небольшой отрывок из этой беседы:

«Ю. Максарев: ...Знаете, как случилось сперва с открытием лазера? Эксперты посмеялись над этим «гиперболоидом инженера Гарина», но на всякий случай послали на заключение специалистам. Те не просто посмеялись — разбили идею в пух и прах. Но в дальнейшем явление газовой генерации, предложенное М. М. Вудынским, В. А. Фабрикантом и Ф. А. Бутаевой, было признано открытием...

Ю. Холопов: ...Я знаю аналогичный случай: десять лет комитет рассматривал заявку инженера Денисюка на одно из фундаментальных открытий наших дней — явление голографии, несколько раз отказывал ему...»\*.

Обратите внимание на спокойные интонации беседы, а ведь речь идет о десятилетних задержках признания фундаментальных открытий. За эти годы были потеряны миллиарды рублей. Это неощутимые потери, их трудно подсчитать, потому что эти потери — доходы, которых не было. А сколько еще изобретений не признаны своевременно? Сколько еще мы понесли потерь в виде «доходов, которых не было»?!

Многие мертворожденные идеи кажутся на первых порах куда убедительнее и солиднее «диких» идей. Поэтому так трудно добиться признания. Горько признавать, но даже термин специальный появился: не «добиться», а «пробить». Конечно, «пробивание» идей несет и положительную нагрузку: это своего рода фильтр — отсеиваются слабые, случайные решения, путевку в жизнь получают идеи закономерные и сильные. Разумеется, период «пробивания» должен стать значительно короче. И, конечно, следует исключить необходимость «пробивать» то, что уже доказало свою пользу и принято к внедрению. Но речь сейчас идет не о косности и волоките. Речь о другом: *борьба за признание появившейся идеи — неизбежность, закономерность, новатор должен уметь доказать нужность своего изобретения*. Нельзя рассчитывать на то, что «дикая» идея, например идея голографии или лазера, заставит всех млеть от восторга. Новатор обязан «пробивать» новую идею, развивая ее, укрепляя, доказывая ее неотвратимость. Никто за него *этого* не сделает.

---

\* Литературная газета, 1975, 23 июля.

До недавнего времени на занятиях по ТРИЗ этому элементу в общей программе обучения уделялось недостаточно времени. Учили, как выходить на «дикие» идеи, но мало заботились о воспитании тех качеств, которые необходимы на нелегком пути превращения «дикой» идеи в идею «всем очевидную». Вот истоки настороженного отношения слушателей к сильным решениям их производственных задач. Изобретатель, не подготовленный к борьбе за свое изобретение, так же плох и неполноценен, как хирург, боящийся вида крови, или космонавт, не переносящий перегрузок.

К исследованиям в этой области подтолкнула еще одна проблема: после окончания обучения ТРИЗ среди слушателей происходит расслоение, со временем усиливающееся. Кто-то становится преподавателем, а затем и сам начинает заниматься разработками по ТРИЗ, а кто-то «исчезает». В чем причины такой дисперсии? (Статистика здесь примерно такая: из ста слушателей преподавателями становятся пять — шесть человек; из ста преподавателей пять — шесть становятся разработчиками.)

Чтобы «быть в ТРИЗ», необходимо вести самостоятельные исследования, следить за тем, что делают коллеги, систематически читать книги и журналы, расширяя свой информационный фонд, постоянно решать новые задачи. В общем, все время быть «в форме», изо дня в день работать над собой. Но зачем это надо человеку, если несколько лет назад, например, он решил какую-то производственную задачу, внедрил решение и занят теперь подсчетом отчислений от экономического эффекта? «Быть в ТРИЗ» — это значит не стоять на месте.

Таким образом, наряду с прикладной функцией возникла потребность в развитии воспитательной функции ТРИЗ. Причем, чем сильнее выстраивался «решательный» аппарат теории, тем актуальнее становилась потребность воспитания слушателей. Цель воспитания — превратить обычного слушателя в творческую личность.

Что же представляет собой творческая личность?

В науке принята определенная методика работы: набирается некоторый информационный фонд, который сводится в картотеку. На этой основе вырабатывается концепция. Под предложенную концепцию собирают новый — более обширный — информационный фонд примеров. Его анализ вносит коррективы в сложившуюся концепцию и приводит к более общим выводам. И так далее — от нюансов, не укладывающихся в рамки привычных представлений, от единичных исключений к объективным законам и теориям.

Проблемы, интересовавшие разработчиков ТРИЗ, были связаны с творческими личностями, решающими задачи второго и третьего

типов. И потому картотека получилась биографической. В ней собраны общие характерные, объективно закономерные черты людей, которым звание Великих присудило время. Анализ этих данных позволил сделать некоторые выводы о качествах творческой личности.

Французский врач Ален Бомбар в начале 50-х годов нашего века выдвинул гипотезу о том, что люди, потерпевшие кораблекрушение и оказавшиеся на воде в лодках или других спасательных средствах, умирают не от жажды или голода, а из-за страха перед неизбежностью такой смерти. Его довод: 90 процентов людей, оказавшихся в подобных условиях, гибнет в течение первых трех дней, когда еще не может быть и речи о смерти от недоедания или отсутствия воды. В книге «За бортом по своей воле»\* Бомбар приводит пример гибели «Титаника». Суда к месту катастрофы подошли довольно быстро, через три часа, но к этому времени в лодках среди спасшихся пассажиров было много трупов и людей, лишившихся рассудка.

Выдвинутая Бомбаром гипотеза была революционной. В то время считалось, что человек, поневоле оказавшийся один на один с океаном, может продержаться не более десяти дней. Столько же — по подсчетам специалистов — могли выдержать спасательные средства. И потому десятидневный срок объявлялся предельным для поиска жертв морских катастроф. Бомбар взялся доказать, что в океане можно прожить гораздо дольше, питаясь лишь тем, что есть в морской воде. И даже на плоту можно нестишь не по воле ветра, течений и волн, а плыть, самостоятельно выбирая направление. Его гипотеза перечеркивала десятидневный «лимит» на поиски и что самое главное, давала веру в спасение попавшим в катастрофу. У людей, оказавшихся в объятиях океана, но знающих, что другой человек в подобной ситуации выжил, появилась бы воля к борьбе, а значит, и дополнительный шанс выжить.

Бомбар занялся научными исследованиями и выяснил, что морская вода, рыба и планктон содержат все необходимые для человека питательные вещества. Но одно дело выдвинуть гипотезу и даже предложить ее косвенное подтверждение, совсем другое дело — реальный эксперимент. Модель катастрофы — вот, что было необходимо Бомбару для его натуральных испытаний. И он пошел добровольно на рискованный шаг — выступил в роли потерпевшего кораблекрушение. Бомбар вместе с товарищем пересек Средиземное море. А затем в одиночку (!) — когда товарищ (моряк) бросил его — Атлантический океан. Свой плот Бомбар назвал «Еретиком». Действительно, идея экспедиции через океан на надувном плотике, фактически без воды и пищи, безо всякой связи с берегом, была

---

\* Бомбар А. За бортом по своей воле.— М.: Мысль, 1975.

от начала до конца еретической. Профессионалы-моряки считали плот неуправляемым, по их прогнозам он должен был перевернуться от первой же большой волны, а сам Бомбар (даже если бы плот и не перевернулся) — умереть от холода, жары, голода и жажды. Потому что: а) пить морскую воду нельзя (это всем известно!), б) рыбу в Атлантике не поймать (и это знает каждый!). Бомбар же твердил, что можно не только выжить, но и доплыть в намеченный порт (это ему-то — человеку, начавшему изучать основы навигации по учебнику, уже находясь на плоту в океане!).

Идя на предельный риск, Бомбар делал это во имя спасения жизни многих людей: по статистике 50-х годов в мирное время в морях и океанах ежегодно гибло 200 тысяч человек, в том числе 50 тысяч — практически только из-за страха перед смертью от жажды и голода. Непосредственной же причиной его научных исследований, а позже и экспедиции, послужила страшная картина гибели сорока трех человек, потерпевших кораблекрушение у берегов Франции (их привезли в госпиталь, где работал Бомбар).

Бомбар пересек океан, точно придя в намеченный порт. Он выжил, утоляя жажду морской водой и собранной пресной (дождевой), ловя рыбу, производя физиологические исследования, постоянно ведя дневник самонаблюдений. Выжил вопреки логике и предсказаниям специалистов.

Путешествие Бомбара длилось 65 дней. За время пути Бомбар потерял 25 килограммов веса, у него развилось малокровие, тело его покрылось сыпью и язвами, выпали ногти на пальцах ног, серьезно расстроилось зрение. Но он доказал, что человек может выжить в океане!

Когда Бомбар пристал к берегу, свидетели удостоверили, что неприкосновенный запас продуктов, находившийся на его плотике, остался невредимым. Какое поразительное мужество надо иметь, чтобы, находясь на грани смерти от истощения, не притронуться к спасительному источнику жизни!

В сущности, Бомбар шел на верную смерть ради спасения тысяч абсолютно незнакомых ему людей, могущих оказаться в подобных обстоятельствах. Но свой поступок он не считал чем-то сверхъестественным: «Ни в коем случае нельзя... рассматривать мое путешествие как подвиг, как нечто исключительное». Обычная работа, достойная человека...

#### НА ПУТИ К СЕБЕ

Великая Достойная Цель — вот требование, в первую очередь предъявляемое к творческой личности. Без цели нет творчества вообще, без Великой Цели нет Большого Творчества. Значительная общественно полезная цель настолько неотъемлема от творчества второго и третьего типов, что ее можно назвать характерным

качеством творческой личности. Нельзя быть творцом, не имея достойной цели и не стремясь к ней всеми силами.

Цель обязательно должна служить людям, развивая жизнь, созидавая добро. Как бы давая духовное напутствие современникам и потомкам, Бомбар писал: «Молодежь, дети, все, кто думает, что можно прославиться или просто бесплатно прокатиться на плоту в Америку или еще куда-нибудь, заклиная вас, подумайте получше или обратитесь ко мне за советом. Обманутые мирражом, увлеченные заманчивой идеей, представляя себе такое плавание как увеселительную прогулку, вы поймете всю серьезность борьбы за жизнь лишь тогда, когда будет уже слишком поздно, для того чтобы успеть собрать все свое мужество. Ваше смятение будет тем большим, что вы подвергли свою жизнь опасности без всякой пользы. А ведь в мире существует столько прекрасных и благородных целей, ради которых можно рисковать жизнью!»\*.

Ставить собственную жизнь на карту достижения цели, рисковать жизнью столь же привычно в высоком творчестве, сколь обыденным, нормальным считается проявление инстинкта самосохранения в бытовых ситуациях. Советский ученый А. А. Шаткин, изучая проблему борьбы с трахомой, выделил лабораторным путем вирусы этой страшной болезни\*\*. Для дальнейших исследований необходимо было ответить на вопрос: являются ли они подлинными возбудителями трахомы? Трахома — болезнь человека, исследовать ее течение на животных нельзя. Поэтому А. А. Шаткин решил поставить опыт самозаражения. 6 мая 1961 года он ввел себе лабораторную культуру возбудителя трахомы. Чтобы получить полную картину течения болезни, лечение было начато только на 26-й день! Опыт проходил под наблюдением авторитетной комиссии специалистов. Но никто никакой гарантии абсолютного излечения от болезни дать ему не мог. Шаткин, специалист по трахоме, знал это лучше других. Его статья-отчет об этом эксперименте была опубликована в узко-специальном журнале «Вопросы вирусологии». Обычная статья в научном журнале: колонки цифр, громады терминов, два ряда сравнительных фотографий глаз... и ни одного слова о героизме, ни малейшего намека на самопожертвование.

Могущество государств принято оценивать количеством энергии, вырабатываемой на душу населения, числом заводов и запасом природных ресурсов, силой армий. Но есть показатели иного, духов-

\* Бомбар А. За бортом по своей воле.— С. 188.

\*\* Трахома — заразное хроническое воспалительное заболевание глаз, приводящее порой к слепоте. Ее называют «болезнью бедных»: антисанитарные условия жизни, большая скученность населения в кварталах бедноты — прекрасная среда для поддержания и распространения этой болезни.

ного ряда. Они гораздо важнее материальных богатств, потому что определяют будущее страны, всего человечества. Именно духовные богатства — источник развития культуры, прогресса во всех областях.

Истинный показатель духовных богатств — это число творческих личностей, которых удалось воспитать обществу. Если бы можно было подсчитать число творцов в определенную эпоху, то отношением их количества ко всему населению мы бы определили степень приближения общества к идеалу. Вся история человечества, история эволюции структуры обществ сопровождается зависимой динамикой этого коэффициента. Черным временам реакции сопутствуют резкие скачки вниз. Расцвет свобод, наоборот, вызывает рост числа творческих личностей. Только полностью справедливое общество дает и обеспечивает каждому гражданину право на творчество. Право на личную достойную цель. Великую Достойную Цель.

Пользуясь аналогией, можно сказать, что материальные богатства определяют кинетическую энергию обществ, духовные же богатства, то есть число творческих личностей, — их потенциальную энергию.

Дать абсолютно полное определение достойной цели — задача отдельной работы. Назовем лишь ее основные критерии:

1. Цель обязательно должна быть новой или недостигнутой. Либо новыми должны быть средства достижения цели.

2. Цель обязательно должна быть общественно полезной, положительной, направленной на развитие жизни. Или: положительные результаты достижения цели должны быть глобальными, а отрицательные — если они все же неизбежны — локальными.

3. Цель должна быть конкретной: не общие благие намерения, а четко определенная задача, к решению которой можно приступить хоть сегодня.

4. В то же время цель не должна быть излишне узкой: надо хорошо видеть надсистему, над-надсистему — следующие этапы работы. Конкретная цель обязательно должна иметь выход к глобальным проблемам, Великая Достойная Цель должна быть недостижимой, бесконечной.

Как сочетать два эти на первый взгляд противоположные требования: конкретность и недостижимость? Каждая поставленная цель должна быть конкретной и вполне достижимой, но число надсистемных переходов бесконечно, и потому конечной, последней Цели быть не может. Таким образом, недостижимость — это требование скорее к системе Достойных целей, нежели к единичной цели.

5. Выбранную цель можно назвать эквивалентом собственной жизни. Поэтому масштаб, значительность предполагаемых результа-

тов характеризует «цену», в которую человек сам оценивает себя: ведь на достижение цели тратится время собственной жизни. Отсюда и важность этого качества — масштаба цели — для человека: время нашей жизни ограничено, значит, ограничено и число целей, которые нам удастся достичь. Приходится выбирать, а для этого нужен надежный критерий, чтобы не растратить всю жизнь на достижение мелочей. Пусть необходимых, но все же мелочей.

6. Новая достойная цель, как правило, опережает свою эпоху настолько, что зачастую воспринимается окружающими как еретическая. Достойная цель или полученные результаты обязательно должны казаться еретическими. Это требование на первый взгляд кажется странным и необоснованным. Но степень «еретичности» (если можно так выразиться) определяет дистанцию от общепринятого уровня воззрений, культуры знаний до поставленной цели, до уровня полученных результатов. Если цель или полученные результаты не воспринимаются как ересь, это показатель того, что что-то «неладно»: либо выбрана мелкая или не новая цель, либо достигнутые результаты не революционны.

«Еретичность», однако, хотя и является свойством достойной цели, характеризует не саму цель, а типичное отношение окружающих к революционной идее. Пройдет время, и восприятие изменится. Но пока цель не стала массовой, а результаты общепринятыми, и цель и результаты считаются ересью.

7. Именно поэтому при достижении достойной цели, как правило, отсутствует конкуренция. Это обеспечивает доброкачественную работу: без спешки, без халтуры. Вспомните: во всей Европе, во всем мире ни один человек не собирался опережать Алена Бомбара в голодной смерти посреди океана...

8. Достойная цель — это личная цель человека или небольшой команды, группы сподвижников. Большие коллективы появляются позже, когда разведаны основные направления поиска, когда само продвижение уже не связано с прежним смертельным риском.

9. Достойная цель должна быть независимой от сложного, дорогого, дефицитного оборудования, которое может быть только у больших коллективов разработчиков. Революционные цели начинают разрабатывать в одиночку, поэтому надеяться приходится лишь на себя. Независимость от сложного оборудования, от больших средств — это способ ведения разработок при любых обстоятельствах.

10. И последнее. Это требование не подкреплено объективными фактами, и тем не менее, выбирая достойную цель, надо стремиться к тому, чтобы цель была явно не по силам, чтобы она заведомо превышала возможности и способности человека, за нее берущегося. Это не означает, что цель останется недостигнутой: человеку доступно все. Но достижение такой цели — это спор с самим собой.



Самая тяжелая битва, которую человек должен выиграть. И выиграет, совершив «почти невозможное». Тем дороже победа. Достижение таких «непосильных» целей — это вклад в копилку ориентиров человечества: трудно сказать, что ценнее — непосредственно полученные результаты или сам факт того, что человек не испугался, не отступил...

Великим открывателем доступно стать каждому. Неотложными делами и срочными обязательствами, сиюминутной выгодой, объективными причинами и просто ленью обстоятельства отвлекают человека от главного выбора в его жизни. Суетность и стремление успеть многое заставляют важнейшее отложить на «потом». Позже — по тем же самым причинам — еще на потом. И так далее, оставляя человеку взамен утраченного времени мифическое «никогда не поздно». Так считают люди двадцати лет и сорока, и шестидесяти. В этой вере скрыто великое счастье человека и великое его заблуждение. Счастье — потому что иногда действительно начинают в сорок, как Колумб или Пришвин. Правда, готовясь к этому «началу» всю предшествующую жизнь. А заблуждение — потому что наступает момент, когда альтернатива выбора цели фактически исчезает. Поздно что-то менять, а человек все говорит: «Успеется...», — так и пронеся этот девиз через долгие годы.

Оптимальный возраст для выбора достойной цели на всю жизнь (или первой достойной цели) — тринадцать — пятнадцать лет. В этом возрасте наступает пик творческих способностей человека и один из пиков поисковой активности. Можно начать работать практически в любом направлении: впереди достаточно времени для учебы, специализации, сбора информационного фонда, исследований, достижений. Разработка значительной, масштабной цели, как правило, требует не менее двадцати — тридцати лет работы в очень интенсивном режиме. Мало кто решится засесть за учебники в пятьдесят лет. Да и нет в этом возрасте гарантированных десятилетий для достижения цели, и заботы уже не те — дети, внуки... Тринадцать — пятнадцать лет — возраст наибольшей свободы от обязательств. В эти годы человек все равно выбирает свой жизненный путь, ставит перед собой цели, которые достигнет потом — когда станет взрослым. Здесь бы и помочь, подтолкнуть...

И помогают, и подталкивают, и подсказывают, и советуют, и даже настаивают. И дети делают выбор. Правда, выбирают, в основном, цели привычные. И это вполне объяснимо: по подсказке родителей выбирают цели, престижные для родителей, — цели, престижные вчера, а не завтра. Даже популярная литература, призванная знакомить с новыми, только открытыми областями знаний и помочь выбору достойной цели, не справляется с этой задачей. Ведь она

знакомит с уже открытыми областями, с целями, которые престижны сегодня (завтра такие цели тоже станут «вчерашними»). Нужен специальный класс литературы, который занимался бы популяризацией проблем. Не достижений, а именно проблем. Своего рода темник завтрашних исследований. Нужны репортажи с завтрашнего фронта науки, искусства, культуры. Такой литературы пока нет. Поэтому выбор достойной цели (Великой, Масштабной, Принципиально Новой...) — это дело случая, не правило, а очень редкое исключение.

Как же все-таки выбирают Великие Достойные Цели?

Поистине драматичное противоречие: в пятнадцать лет у человека есть свобода для выбора жизненного пути, но нет еще знаний. Когда же с годами приходят знания — исчезает свобода действий. Поэтому единственно возможный путь — это в раннем возрасте воспользоваться опытом других. Так поступили Пири и Амундсен. В пятнадцать лет оба они прочитали совершенно случайно попавшиеся им в руки книги полярных исследователей и увидели недостижимую цель: ПОЛЮС. Амундсен вспоминал: «Когда мне было пятнадцать лет, в мои руки случайно попали книги английского полярного исследователя Джона Франклина, которые я проглотил с жгучим интересом. Эти книги оказали решительное влияние на избранный мною впоследствии жизненный путь... Удивительно, что из всего *рассказа больше всего приковало мое* внимание описание... лишений, испытанных Франклином и его спутниками. Во мне загорелось странное желание претерпеть когда-нибудь такие же страдания. Быть может, во мне заговорил идеализм молодости, часто увлекающий на путь мученичества, и он-то и заставлял меня видеть в самом себе крестоносца в области полярных исследований. Я тоже хотел пострадать за свое дело, — не в знойных пустынях, не на пути к Иерусалиму, а на ледяном Севере, на пути к широкому познанию доселе неведомой великой пустыни»\*.

Кеплер и Браге загорелись астрономией, увидев затмение. Интересно, что Браге поразило даже не само затмение, а то, что оно было заранее предсказано, и предсказание это в точности сбылось. Шлиман поразила картина в книге, на которой были изображены стены легендарной Трои: ребенок не поверил, что «такие большие» стены могли быть полностью уничтожены...

В жизни маленького человека должно произойти нечто, что потрясет его, причем настолько сильно, что зажженный огонь в его сердце не загасят годы будней. В жизни маленького человека должно произойти Чудо. Память об этом событии и есть тот движитель, который устремит к Достойной Великой Цели и сделает ее единственно возможной, единственно приемлемой, и не позволит

---

\* Амундсен Р. *Моя жизнь*. — М., 1959. — С. 17—18.

отступить или сдаться. Столкновение с Чудом — вот оружие воспитания творческих личностей. Шаг этот гораздо более инструментальный, чем может показаться. Он еще ждет своей детализации и подробной разработки.

С годами мы становимся нечувствительнее к Чудесам и начинаем воспринимать это слово как бы написанным с маленькой буквы. Взрослых на путь Большого Творчества зачастую увлекает Большая Трагедия. Представьте себе состояние человека, который, открывая дверь на улицу, вдруг видит... гору трупов, и вы поймете, почему Ален Бомбар изменил свою жизнь: «Этого зрелища мне не забыть никогда! Сорок три человека, наваленные друг на друга, словно растерзанные марионетки, лежали передо мной — все босиком и все в спасательных поясах. Наши усилия не привели ни к чему: нам не удалось вернуть к жизни ни одного. Ничтожный просчет, а в результате — сорок три трупа и семьдесят восемь сирот»\*.

И еще о цели. Точнее — о средствах ее достижения. Как бы ни была Велика и Достойна цель, ничто не может служить оправданием недостойности средств ее достижения. В начале 70-х годов прошлого века известный теоретик русского революционного народничества П. Л. Лавров писал: «Люди, утверждающие, что цель оправдывает средства, должны всегда сознавать ограничение своего права весьма простым трюизмом: кроме тех средств, которые подрывают самую цель»\*\*.

Достижение значительной достойной цели очень часто связывают с большими личными потерями. Достойная цель приемлет самопожертвования. Но не жертвы. Так было всегда и, вероятно, всегда и будет. Это главное правило кодекса морали творческой личности.

Однако то, что мы привычно называем самопожертвованием, в парадоксальном мире творчества считается путем естественным и единственно возможным. Иное поведение в этом мире просто немыслимо. Потому что цель в этом мире — это не «работа», а второе «я». Даже — первое.

В начале 1985 года в рамках исследований по ТРИЗ Г. С. Альшуллер выдвинул предложение начать сбор фонда Новых Великих Достойных Целей.

---

\* Бомбар А. За бортом по своей воле.— С. 6.

\*\* 1984: Памятные книжные даты.— М.: Книга, 1984.— С. 24.

Как показывает историческая практика, самыми плодотворными всегда оказывались цели, первоначально считавшиеся еретическими. Со временем они завоевывают себе право на существование. Уже не говорят высокомерно-презрительно: «Ересь, чушь!», — а почтительно именуют «Проблема...». Цель становится исследовательской. А затем, когда результаты уже получены, когда то, что считалось невероятным, достигнуто, когда достижение стало обыденным и даже тривиальным, появляется новая профессия, и цель становится массовой.

Такая эволюция происходит в среднем на дистанции в восемьдесят — сто лет. Чтобы укоротить эту дистанцию, «еретиков» надо готовить заранее. Вот основная идея сбора фонда Новых Великих Достойных Целей.

Работников по массовым целям готовят в школах, вузах и других учебных заведениях. Фонд целей здесь создавать не надо. Он давно собран, утвержден и систематически пополняется. С фондом исследовательских целей дело обстоит хуже, но и к нему доступ сравнительно свободен. Освоив профессию, человек вполне может выйти на исследовательский уровень по книгам, темникам и другим печатным материалам, благодаря собственному опыту, наконец. В области исследований вопрос «Надо ли вести исследование?» не дискутируется. Раз и навсегда давным-давно установлено: вести исследования жизненно необходимо. Вопрос здесь стоит о том, какими путями следует идти, чтобы быстрее и дешевле достичь результатов. Отсюда и сопротивление приверженцев других путей.

С еретическими целями немного сложнее. Нет специалистов и нет методики подготовки «еретиков», нет литературы и зачастую нет даже информационного фонда. Но именно разработка еретических целей определяет темпы прогресса нашей цивилизации. Поэтому так важна работа по сбору фонда Новых Великих Достойных Еретических (пока) Целей, самая мысль о котором сегодня ересь...

Трансформация целей имеет еще один аспект. Творческий рост личности характеризуется сменой целей первого типа на цели второго и третьего типа: от решения конкретных производственных задач человек переходит к глобальным, общечеловеческим проблемам. А развитие самих целей идет в обратном направлении: глобальные проблемы (цели третьего типа) распадаются на мелкие конкретные задачи (цели первого типа). Поэтому реальное развитие целей в жизни творческой личности идет по двум направлениям: сначала вверх — к гуманным целям третьего типа — с выработкой общей концепции, общей методологии, генеральных принципов, а потом — вниз (к целям первого типа) — с практическим применением выработанных целей. Это один полный творческий цикл. В жизни творческой личности таких циклов, как правило, бывает несколько.

## ИТАК...

Итак, расплывчатое понятие «творчество» распадается по крайней мере на три ступени, три типа. Трудности при решении задач разных типов и при внедрении полученных результатов различны — каждый раз при переходе к следующему типу творчества они возрастают на несколько порядков. И это закон. Он может нравиться или не нравиться — это не важно — но его необходимо учитывать. Не стоит жаловаться на тяжелую судьбу или надеяться на лучшее, если выбрана цель второго или третьего типа: судьба закономерно драматична. Не стоит жаловаться на незначительность итогов жизни, если цель первого типа выбрана как цель на всю жизнь: итоги закономерно незначительны, но зато и жизнь прожита, в основном, спокойно и счастливо. Если, конечно, спокойную жизнь можно назвать счастливой.

Нельзя сидеть и ждать, пока цель сама «свалится с неба». Иногда бывает и так, но крайне редко. Цель надо искать. Не отговариваясь тем, что нет способностей. Потому что никаких особых способностей и не нужно. Нужно желание, стремление к достижению достойных целей. А умение и способности приходят в процессе работы. Умение и способности — результат работы, а не необходимое условие ее начала.

Часто, даже увидев достойную цель, люди отказываются от ее достижения, потому что найденная цель «из чужой области». «Я не специалист» — вот стандартный довод. Но все начинают будучи непрофессионалами, — ведь когда-то же надо начинать! Не-моряк Бомбар в одиночку переплывает океан, не-писатель Бомбар пишет книгу, не-спасатель Бомбар спасает тысячи людей, не-администратор Бомбар добивается изменений в морских уставах, не-ученый Бомбар уходит в исследование морей и океанов...

Другая крайность — боязнь чересчур ранней специализации. Боязнь необоснованная, поскольку цели образуют гибкую систему, позволяющую работать в разных областях знаний на разных уровнях: от конкретного конструирования до высших этажей философии, от практического приложения знаний до синтеза теорий и построения концепций.

Хотелось бы подчеркнуть еще раз: речь идет о личных творческих целях. Иногда говорят: «Я живу в обществе, которое в своем развитии и так идет к светлому будущему. Поэтому всякое участие в работе любого коллектива этого общества уже есть достойная Цель». Такие возражения в корне неверны. Любое самое справедливое общество не отменяет, а, наоборот, предполагает и обеспечивает возможность осуществления личных достойных целей. Не о профессиональной работе разговор — это выполнение общественных целей, Долга перед обществом, что, разумеется, необходимо. Речь о тех

сорока процентах нашей жизни, которые именуются «свободным временем» и составляют сегодня на каждого человека у нас в стране в среднем по двадцать восемь лет. Вдумайтесь в эту цифру! На что уйдут годы? Сколько значительных, больших целей может быть достигнуто только за это время! Разумеется, к личной достойной цели нельзя пробиваться лишь в «свободное от основной работы время». Личная достойная цель и должна стать той основной работой, на которую уходят в день все 24 часа без остатка. Но начать продвижение к цели, пройти самый неопределенный, «пусковой» период можно в свободное время, которого в жизни современного человека целые десятилетия.

## ГЛАВА ВТОРАЯ

### ИСКУССТВО СТРОИТЬ ПЛАНЫ

Большая цель достижима лишь большим трудом. И отличие гениев, выбравших гигантские цели, от не-гениев как раз и состоит в умении вкладывать гигантские усилия. Как известно со слов друзей и учеников К. Маркса, при подготовке «Капитала» он изучил и тщательно проработал более 1500 книг, сделав к ним критические замечания. Пири, покоритель Северного полюса, почти четверть века шел к своему достижению. Причем, это чистое время непосредственной работы: ему не пришлось отстаивать важность самой задачи. Покорение полюса было признанной, не еретической целью в эпоху незакончившихся географических открытий. Поэтому двадцать три года, ушедшие у Пири на экспедиции, можно считать даже удачей, везением, необходимым кратчайшим сроком. Колумбу, например, четырнадцать лет пришлось потратить на уговоры и просьбы, чтобы только добиться снаряжения экспедиции: самые продуктивные годы жизни он провел в «беседах» и «дискуссиях».

Систематическая напряженная работа автоматически ведет к острому противоречию. С одной стороны, идущий к цели, чтобы успеть выполнить огромный объем работы, все свое время должен тратить только на Дело, постепенно превращаясь в узкого специалиста, порой — в фанатика. Но, оставаясь человеком, он должен удовлетворять и свои общечеловеческие потребности: есть, спать, иметь семью, друзей, какие-то увлечения, не связанные с основной целью, ходить в театр, читать художественную литературу, слушать музыку, зарабатывать на жизнь наконец.

Конфликт вызван ограниченностью времени: в сутках всего 24 часа, и если 23 часа будут потрачены на работу за деньги, развлечения, еду и сон, то на продвижение к цели останется один час — ни минутой больше. И так каждый день в течение всей относительно

недолгой жизни. На сегодняшний день единственно известный инструмент для разрешения этого противоречия — рациональное планирование.

Академик Обручев, известный своей большой творческой продуктивностью по специальным вопросам, увлекался также литературной деятельностью. Поражают в этом побочном для него занятии огромные масштабы: сто печатных листов художественных произведений — пять романов, статьи, рассказы, десятки фельетонов, книги воспоминаний. И это при том, что Обручев многие годы провел в путешествиях, занимал административные посты, жил интенсивной общественной жизнью, имел семью, не раз менял место жительства. Секрет Обручева прост — ежедневный многочасовой труд. Но труд этот без строгого распорядка дня был бы невозможен. В книге В. А. Друянова «Рыцарь факта», посвященной жизни академика Обручева, есть такие строки: «В Иркутске, Москве, Ленинграде, на даче в Гатчине под Ленинградом — где бы ни жили Обручевы, у них в доме устанавливался, заведенный как часы, четкий распорядок дня. И ничто не могло нарушить этот жесткий, даже деспотический режим, по которому глава семьи в одно и то же время завтракал и обедал, говорил с сыновьями, главное, в одно и то же время уходил к себе в кабинет»\*. В итоге жизни, прожитой в таком ритме — «более 600 научных трудов, около 2500 рецензий и рефератов, 323 научно-популярные работы, 17 художественных произведений более 160 геологических карт и схем. Многим геологам и географам показалось бы невероятным прочитать все это»\*\*.

Каждодневное планирование — штука довольно универсальная. У творческих личностей из различных областей деятельности распорядок дня похож порой до мельчайших нюансов. Впрочем, это естественно: ведь цель планирования — правильное распределение сил в течение дня, чтобы интенсивность занятий все время была максимальной. Эта задача, с которой раньше или позже приходится сталкиваться всем, решается уже на протяжении веков весьма эффективным приемом.

Отдых, который необходим всем людям, заменен у творческих личностей сменой занятий. Человек, поставивший на карту достижения цели свою собственную жизнь, не может позволить себе иметь такую роскошь, как лишнее время. Но смена занятий ведет к заполнению времени работой, не направленной на достижение основной цели. Чтобы эта работа не велась впустую и не была отвлекающей, человек переходит к системе вспомогательных целей: выбранный

---

\* Друянов В. А. Рыцарь факта: Книга об академике В. А. Обручеве.— М.: Знание, 1984. — С. 147.

\*\* Там же.

главный стержень — ствол жизни — обрастает ветвями. Так происходит взаимовлияние каждодневного планирования и долгосрочных жизненных программ. Цель, а вернее борьба за ее достижение, вызывает необходимость строгого распределения сил в течение всей жизни: разбивка основной цели на подпроблемы, те — на комплексы более мелких задач. Разработка и решение их требует строгого учета расхода времени, то есть жесткого распорядка дня. Это прямая связь. Но разумное распределение сил в течение дня ведет к изменению жизненных планов принятием дополнительных, вспомогательных целей. Это связь обратная.

Переход к системе вспомогательных целей вовсе не означает разбрасывания. Правильно выбранные вспомогательные цели работают на главную линию жизни. Вот пример: «Рядом с трудоспособностью исключительного размера идет у В. И. Ленина способность неизменно, в течение всей жизни сосредоточивать свое внимание только на одном деле — на деле революционной борьбы пролетариата. Обратите внимание на литературную его деятельность — на его бесчисленные статьи, брошюры и на его книги. Все они без исключения являются откликами только на один вопрос — на вопрос о наилучших, наиболее прямых путях пролетарской революции. Даже когда он пишет целую книгу по философии, вы сразу видите, что работа эта вызвана задачами революционной борьбы данного момента и преследует одну цель — устранить всякие помехи с прямого пути пролетарской победы»\*.

Человека, идущего к значительной достойной цели, можно сравнить с альпинистом, взбирающимся в нескончаемую высь. Сравнение это во многом условно — идущий к цели выходит в путь без снаряжения, неподготовленным, и времени на тренировки у него нет: реальная вершина, реальные трудности, сразу же надо принимать ответственные решения, от которых, быть может, целиком будет зависеть успех, а посоветоваться не с кем. В основном обо всем приходится догадываться самому. И самому же пробовать придуманное и сделанное в пути «снаряжение». Творческое восхождение длится всю жизнь, и здесь, как и в реальном альпинистском подъеме, не только человек преодолевает вершину, но и путь к ней меняет человека. Условия жизни начинают восприниматься с позиций «восходящего» — как более или менее удобные для достижения цели. Это становится главным оценочным критерием, а сам план — спасительной нитью в любых, даже чрезвычайно тяжелых обстоятельствах. Сознание самоотчетности заставляет не распускаться, понимание масштабности цели, ее необходимости для человечества —

---

\* Воспоминания о В. И. Ленине.— Т. 2.— М.: Политиздат, 1984.— С. 215—216.



осознать незначительность, маловажность условий собственного быта.

Даже при потере близких людей — в самые тяжелые и горькие моменты жизни, когда любые утешения бесполезны, когда и жить-то не хочется, инерция движения к цели увлекает человека от горя вперед в завтра. Она заставляет продолжать работу. Это не проявление черствости или, как иногда говорят, «машинности» человека. Это проявление Человечности человека. Потому что цель, направленная на благо всего человечества, ставится выше собственных потребностей, радостей и бед. А это возвеличивает личность.

Ленинградский сотрудник академика Обручева Е. П. Павловский вспоминает, что после смерти жены Обручев «работал с особым ожесточением, особенно строго и неумолимо соблюдая железный распорядок своего десятичасового рабочего дня, не давая себе ни малейшей возможности поддаться угнетающему тяжелому состоянию духа, ежеминутно, как бы приказывая себе не опускать рук. Не поддавался он и болезням, находя силы писать лежа в постели. Я помню его в жестоком гриппе, с температурой, непрерывно кашляющего, с листками бумаги, разбросанными по одеялу. Однако на лице у него читалось выражение торжества и сознания своей правоты и силы. Он только что закончил очередную полемическую статью против сильного противника — профессора М. М. Теляева...»\*

### КУБИКИ ТАЛАНТА

Обычно первоначальная постановка цели настолько неопределенна, что построить под нее конкретную программу действий практически невозможно. Например, ставится цель достичь Северного полюса. Сразу же возникает множество вариантов, отвечающих на вопросы: «Как?», «Каким образом?». Ведь Северного полюса можно достичь — предположительно, конечно, — и на воздушном шаре, и на самолете, и на аэросанях, и на санях с собачьей или оленьей упряжкой, и на корабле (если допустить, что полюс находится на водной территории), и на подводной лодке. Один из изобретателей предложил Пири выстрелить его из пушки в качестве ядра. Он брался рассчитать силу заряда таким образом, чтобы Пири приземлился точно на полюсе. Другой изобретатель предложил ему перед началом экспедиции выстроить дорогу до самого полюса. Он собирался возвести ее из деревьев, срубленных портативной лесопилкой, которую очень хотел продать...

---

\* Друянов В. А. Рыцарь факта: Книга об академике В. А. Обручеве.— С. 148.

Каждый из этих путей требует своей программы, включающей различную подготовку.

Поэтому после выбора цели необходимо определить направление поиска — составить концепцию достижения цели. Вот под нее-то и строится программа.

Жизненные планы состоят из стандартных блоков. Как набор детских кубиков: бери и строй свою судьбу. Первым пунктом идет, как правило, получение образования, по возможности более широкого и глубокого. Нужно ли широкое образование человеку, предназначающему себя для продвижения в узком направлении цели?

Безусловно, нужно. Во-первых, узость цели, как мы выяснили, понятие легко меняемое. По своему желанию любую цель можно превратить в частный случай первоначально избранной задачи, еще более сузив ее, и наоборот, можно перейти к общенаучным, общепhilosophическим аспектам цели, расширив фронт исследований до самых глобальных проблем познания. Во-вторых, продвижение к цели — не одномоментная акция, в которой все запрограммировано. Познание — это процесс длиною в жизнь. Полный неожиданностей и крутых поворотов, требующий порой обращения к самым непредсказуемым областям знаний. И здесь хорошее образование — как надежный ключ к уже накопленным пластам культуры. Без универсального образования пользоваться этим богатейшим наследием невозможно. Кроме того, образование — аналогией из других «предметов» — учит стилю познания, что так необходимо разработчику любой проблемы.

Второй пункт — получение направленной информации непосредственно по цели и ближайшим смежным областям. Даже если выбрана принципиально новая цель и нет аналогов, все равно приобретение знаний — обязательный этап. Не бессистемных знаний «вообще», а могущих пригодиться в работе в самое ближайшее время. Цандеру, например, негде было учиться на проектировщика космических летательных аппаратов, но хорошо усвоенная в юности фундаментальная математика позволила ему в более зрелые годы сделать расчеты двигателя.

Разные цели требуют разных специальных знаний. То, что для одного может быть предметом любопытства, для другого — рабочий инструмент. В своих воспоминаниях Н. К. Крупская пишет: «Одно время, — рассказывал... Владимир Ильич, — я очень увлекался латынью». — «Латынью?» — удивилась я. «Да, только мешать стало другим занятиям, бросил». Недавно только, читая «Лэф», где разбирался стиль, строение речи Владимира Ильича, указывалось на сходство конструкции фразы у Владимира Ильича с конструкцией фраз римских ораторов — на сходство ораторских

приемов, я поняла, почему мог увлечься Владимир Ильич, изучая латинских писателей»\*.

Так как развитие целей — процесс нескончаемый, то этап накопления знаний повторяется вновь и вновь. Человек не в состоянии раз в жизни «заправиться» так, чтобы хватило до конца дней. Только ограниченные люди могут позволить себе завершить самообразование. В связи с этой мыслью хочется привести очень характерный эпизод из жизни Ленина в 1905 году. К тому времени он был уже крупным и признанным политическим авторитетом, но изменившаяся обстановка (поставившая новую цель) заставляет его опять окунуться в учебу, причем в новой области. «Ильич не только перечитал и самым тщательным образом проштудировал, продумал все, что писали Маркс и Энгельс о революции и восстании,— он прочел немало книг и по военному искусству, обдумывая со всех сторон технику вооруженного восстания, организацию его. Он занимался этим делом гораздо больше, чем это знают, и его разговоры об ударных группах во время партизанской войны, «о пятках и десятках» были не болтовней профана, а обдуманым всесторонне планом»\*\*.

Информация важна не сама по себе. Она набирается ради выявления каких-то скрытых пока закономерностей. Ибо вскрытие объективных законов и есть познание. А это реально только на большом статистическом материале и невозможно без «каталогизации» информации. Поэтому следующий стандартный блок — это сведение приобретенных знаний в картотеку. Величина картотеки и степень ее организации — два очень существенных критерия культуры творческого труда. Сбор картотеки — это кратчайший путь переработки полученной информации.

После Ж. Верна осталась картотека в 20 000 карточек. Каждая объемом примерно в ученическую тетрадь. Картотека В. А. Обручева содержала 30 пудов (!) аккуратно исписанных листочков тетрадного формата. Почти полтонны! За опубликование только части этой картотеки в 1949 году В. А. Обручев был удостоен Государственной премии СССР. Кеплер открытыми им законами обязан исключительно картотеке. Став преемником Тихо Браге, он лишь обработал наблюдения, которые тот собирал в течение четверти века. И здесь информационный фонд сыграл решающую роль.

Создание информационного фонда и его анализ — две разные задачи. Редко кому удается решить обе сразу. Разве что в тех случаях, когда фонд не так велик, когда для обработки его оказы-

---

\* Воспоминания о В. И. Ленине.— Т. 1.— С. 230.

\*\* Там же.— С. 280—281.

вается достаточным двадцати — тридцати лет работы. Выход тут один — выявление закономерностей в процессе сбора информации, с последующей — по мере пополнения фонда — коррекцией. Это в случае, если нет готового информационного фонда.

Но и при наличии фонда работы исследователю хватает. Старый фонд — это и хорошо, и плохо. Хорошо — потому что не надо начинать с нуля. А плохо — потому что старый фонд построен по старой системе, и это накладывает определенную психологическую инерцию. Ведь старая система построена либо на неверном, либо на отработанном уже принципе и потому неплодотворна. Исследование и состоит как раз в том, чтобы создать новую концепцию. А она не может быть построена на старой организации материала. Чтобы старый фонд засветил по-новому, заиграл яркими красками, его и «огранить» надо иначе: нужен новый принцип организации материала.

Пример можно привести из истории создания ТРИЗ. К 1946 году уже много лет существовал патентный фонд технических изобретений, построенный по новизне и по схожим областям применения предлагаемых новшеств. Предназначался он для закрепления юридических прав изобретателей. Г. С. Альтшуллер предложил новые принципы организации фонда: *по* схожести противоречий и *по* степени их разрешения, по принципам и приемам, которые при этом использовались. Через тридцать лет из полутора миллионов информационных единиц им была отобрана картотека в 40 000 очень сильных решений. На ее основе создана система приемов разрешения технических противоречий. Выявлены некоторые законы развития техники. В результате систематического обучения налажена работа постоянно действующих школ в разных городах Советского Союза. Написано множество статей, есть книги. Прошло еще десять лет, и мы уже можем говорить о создании новой науки — теории решения изобретательских задач. Сегодня ТРИЗ получила широкое распространение не только в нашей стране, но и за рубежом.

Слушатели на занятиях иногда спрашивают: могло ли случиться все наоборот, могла ли ТРИЗ возникнуть сначала, скажем, в литературе, а потом уже распространиться на технику? Этого не могло случиться потому, что информационный фонд, упорядоченный и собранный в единую систему, достаточно подробный и в то же время обширный, фонд, в каждой «карточке» которого четко оговаривался элемент новизны, — такой фонд был только в технике. Именно его анализ положил начало новой науке.

Составление карточек часто относят к черновой работе. Необходимой, но вынужденной, нежелательной, отнимающей много времени и нетворческой. Это неверно, потому что хорошая картотека обладает «системным» эффектом — дает новые знания о собранном материале.

Вот интересный пример из медицины: «Наиболее значительными материалами по дерматоглифике подошв располагает японский исследователь Я. Хирасава, который за тридцать лет работы обследовал 600 тысяч стоп. Ученый считает, что все сведения о физическом и психическом состоянии человека можно прочесть по его подошвам. По определенным знакам ног Я. Хирасава диагностирует многие заболевания, утверждая, что такая методика распознавания болезней намного точнее, чем любая другая. Время покажет, насколько прав японский ученый, так высоко оценивающий особую зону стоп. Дерматоглифика — наука молодая и у нее все еще впереди»\*. Вот вам технология создания новой науки: тридцать лет «вкалывания» (если считать, что исследователь не болел, не имел ни выходных, ни праздников в течение этих лет, то, чтобы набрать столь огромный фонд, необходимо было производить по 50—60 наблюдений ежедневно), затем систематизация наблюдений и вывод объективных закономерностей. Все предельно просто...

Маркс, Энгельс, Ленин, Дарвин, Менделеев, Альтшуллер, Дьяков, Хирасава — авторы Великих Открытий. Разных по масштабу и отдаленных друг от друга расстоянием между звездами и человеком. Но таких близких и похожих по способу открытия: везде сработала картотека.

Следующий обязательный элемент планов — физические упражнения. Для успешного продвижения к цели надо быть здоровым. Речь идет не об установлении новых спортивных рекордов, но о профилактической физкультуре, призванной обеспечить высокую работоспособность. Продуманный распорядок дня позволяет многое успеть за день, крепкое здоровье — за жизнь.

Еще один типовой для многих исследователей блок — изучение языков. Это необходимо для чтения литературы по интересующему вопросу. Информация по «еретической» цели не так уж обильна и без особого желания и излишней спешки переводится на другие языки. Поэтому часто приходится изучать материалы на том языке, на котором они написаны, не дожидаясь пока через столетия, быть может, их переведут. Известно, что К. Маркс, например, изучил русский язык только для того, чтобы прочесть книгу «О положении рабочего класса в России». За изучение он принялся в пятьдесят лет, а через полгода без словаря читал Пушкина и Гоголя.

---

\* Вельховер Е. С., Кушнир Г. В. Экстерорецепторы кожи.— Кишинев: Штиинца, 1984.— С. 22.

Обязательный элемент планов — контроль их выполнения, контроль темпов продвижения к цели. Без систематического самоотчета не может быть серьезной работы. Необходимо точно знать, сколько часов в день тратится на Дело, сколько времени пропадает впустую, в чем причины потерь, как с ними бороться. Контроль выполнения планов обеспечивает планирование реально выполнимого объема и позволяет постоянно увеличивать этот объем за счет сокращения потерь времени.

При покупке одежды человек подбирает размер и фасон таким образом, чтобы костюм был впору и хорошо сидел. Когда человек выбирает цель, она частенько не соответствует его «размерам» — возможностям, знаниям, способностям, порой даже наклонностям. Если одежду в такой ситуации перешивают, то с достойной целью происходит иначе: человек изменяет свои параметры, чтобы быть ей «впору». План здесь срабатывает как средство, как инструмент такой самоперестройки.

Вот Амундсен: поставил перед собой цель стать полярным исследователем. Ни здоровьем, ни знаниями абсолютно не соответствуя ей в свои неполные пятнадцать лет. Он начинает заниматься спортом, играет в футбол (хотя не любит эту игру), совершает дальние лыжные переходы (зная, что это пригодится в экспедиции). Дома, несмотря на протесты матери, он даже в лютые морозы спит при открытых окнах, — приучая себя терпеть низкие температуры. По предположению Амундсена многие морские экспедиции не удавались только из-за того, что начальник не был капитаном судна: не было единоначалия, и коллективы разваливались. И он отправляется в море — сначала простым матросом, потом первым штурманом, затем получает права капитана. Он становится капитаном, как требует того выбранная им цель, и не становится врачом, на чем настаивала мать. Для изучения правил ведения магнитных наблюдений Амундсен отправляется к лучшим профессорам Европы — все это исключительно для подготовки к собственной экспедиции! Он полностью меняет себя и перестраивает свою судьбу.

Точно так поступили в свое время Шлиман и Швейцер. Шлиман начал археологические раскопки Гиссарлыка, не имея ни малейшего представления об археологии вообще и о правилах ведения раскопок в частности. Единственное, что у него было, — это огромное желание, зажженное Гомером, и значительный капитал, нажитый на биржевых операциях и в торговле. К концу раскопок он стал лучшим в мире археологом — самым знающим и самым опытным. Швейцер, чистый гуманитарий, бросает все-все-все и в тридцать лет садится за изучение медицины, начиная с самых аздов. И стано-

вится врачом, и уезжает в неизведанные джунгли Африки! Нелегко давалось ему учение, и на пути к работе было немало препятствий, но требования цели были высшим диктатом.

### ПО ВЕЛЕНИЮ ДОЛГА

Итак, обязательное требование к творческой личности — это наличие системы планов: на всю жизнь, на пять лет, на год, на месяц, на день. И обязательный контроль их исполнения.

Рациональное планирование позволяет человеку выкроить достаточно времени для большой работы на выбранное Дело. Без этого «вкалывания» и цель, и планы останутся наивной мечтой, маниловщиной. Из отведенных природой 24 часов в сутки 9—12 часов у человека обязательно уходят на сон, еду, перемещения и другие бытовые нужды. Значит, остается 15—12 часов. Это максимальное время, которое человек может тратить ежедневно на продвижение к цели.

Нет, это не фанатизм — это единственно разумный стиль поведения, если стремление к цели — не поза перед собой или близкими людьми, а веление Долга. Ведь не обвиняем же мы в фанатизме человека только за то, что он дышит все 24 часа подряд. Для творческого человека творческая работа столь же естественна, как дыхание. А отсутствие ее воспринимается как недостаток воздуха. Здесь аналогия полная. Говорят, самое объективное мнение о человеке может высказать его противник. Дан сказал о Ленине: «...нет больше такого человека, который все 24 часа в сутки был бы занят революцией, у которого не было бы других мыслей, кроме мысли о революции, и который даже во сне видит только революцию. Подите-ка справьтесь с ним»\*. С творческой личностью нелегко справиться...

Каждый человек живет ради чего-то. Кто ради семьи, кто ради дела своего, кто ради приятного отдыха. Бывают ситуации, когда жизнь предлагает выбор: если будешь продолжать заниматься своим любимым делом, то лишишься всего остального, может быть, даже умрешь; если бросишь, отступишь — будешь жить по-старому. Разве что не занимаясь тем, чем занимался. Человека, который предпочитает все потерять или даже умереть, лишь бы не расстаться с выбранной целью, называют фанатиком. Причем слово «фанатик» имеет отчетливо отрицательный оттенок. Само понятие «фанатизм» у нас ассоциируется с некоей ограниченностью, с чем-то отталкивающим, нечеловеческим — машинным, несамостоятельным, с какой-то тупой извне управляемой силой, способной и идущей только на разрушение.

---

\* Воспоминания о Ленине. — Т. 1. — С. 179.

Призванной к разрушению. Фанатизм — это не созидательная сила. Такая бытует ассоциация.

Но разве виноват человек в том, что ему предлагается альтернатива, губительная для его свободы? Прими этот вызов, останешься Человеком, то есть самим собой. Смирись с требованиями — и будешь жить спокойно. Только станешь уже не тем, кем был прежде. Человек, расставаясь со своими прежними убеждениями, перестает быть прежним. А если не соглашается на это, если продолжает верить в свою старую веру, то про него говорят: «фанатик». Говорят с осуждением. Но виновно в этом то окружение, те обстоятельства, которые ставят губительную альтернативу, которые вынуждают его делать выбор. Так что фанатизм — это скорее негативная характеристика общества, исторического периода, которые порождают фанатиков. Обратите внимание — на полярное понятие — «конформизм». Ведь и оно окрашено в тот же непривлекательный оттенок. И хотя оно кажется противоположным по значению, оба этих понятия — две стороны одной альтернативы.

В сутках всего 24 часа. Конечно, дело человека, право человека выбрать способ, как их потратить. Но всегда необходимо помнить о двух крайних случаях, о двух предельных стилях жизни: фанатическом и конформистском. Первый возвышает человека, возвеличивает его, второй — принижает. Возвеличивает — потому что преданность значительной достойной цели позволяет работать на все человечество. А принижает потому, что компромисс — это путь к беспринципности, путь от себя, а не к себе. Компромисс воспитывает конъюнктурщиков, соглашателей. Рабов. А человек рожден быть свободным. Рабское существование противно его естеству.

В 1972 году умер Александр Александрович Любищев. Он прожил трудную и долгую жизнь длиною в восемьдесят два года. В 1918 году Любищев поставил перед собой гигантскую цель: разработать в биологии аналог периодической системы химических элементов — создать естественную систему организмов. Чтобы представить себе масштаб этой цели, достаточно вспомнить, что Менделеев, создав периодическую систему, смог описывать свойства химических элементов, которые еще не были открыты. Аналогичная система в биологии могла не только прояснить прошедшую уже эволюцию, но и предсказать дальнейший ее ход — то есть предсказать будущее живого мира. Д. Гранин написал повесть о Любищеве, она называется «Эта странная жизнь». Жизнь Любищева действительно странная — с позиций обыденных ценностей в ней очень много непонятного, чуждого, неприемлемого. Для нас же жизнь Любищева образцово-показательна: четким выбором цели, четким выбором пути продвижения к цели, настойчивым продвижением вперед в течение всей



жизни, расплатой за нарастающие темпы творческой работы, итогами борьбы.

Гранин цитирует найденные в архиве Любищева записи. Вот одна из них, относящаяся к постановке цели: «Для установления... системы необходимо отыскать что-то аналогичное атомным весам, что я думаю найти путем математического изучения кривых в строении организма, не имеющих непосредственно функционального значения... математические трудности этой работы, по-видимому, чрезвычайно значительны... К выполнению этой главной задачи мне придется приступить не раньше, чем через пять лет, когда удастся солиднее заложить математический фундамент... Я задался целью со временем написать математическую биологию, в которой были бы соединены все попытки приложения математики к биологии»\*.

Глобальная цель потребовала выполнения огромного объема работы. Чтобы справиться, Любищев создал систему учета времени. Все потраченное за день время расписывалось с точностью до 5—10 минут: сколько времени ушло на непосредственно творческую работу, сколько было потрачено на вспомогательную, сколько заняло чтение специальной литературы, художественной, сколько времени отняли отдых и развлечения. В конце дня подводился итог. Каждый месяц составлялся отчет. Год завершался подведением годового баланса. И всякий раз строился план на следующий период. План реальный, выполнимый и в то же время максимальный, рассчитанный на полное использование своих сил. Да и зачем жить в полсилы?

«Всякие перерывы в работе я выключаю, я подсчитываю время нетто,— писал Любищев.— Время нетто получается гораздо меньше количества времени, которое получается из расчета времени брутто, то есть того времени, которое вы провели за данной работой.

Часто люди говорят, что они работают по 14—15 часов. Может быть, такие люди существуют, но мне не удавалось столько проработать с учетом времени нетто. Рекорд продолжительности моей научной работы 11 часов 30 минут. Обычно я бываю доволен, когда проработаю нетто 7—8 часов. Самый рекордный месяц у меня был в июле 1937 года, когда я за один месяц проработал 316 часов, то есть в среднем по 7 часов нетто. Если время нетто перевести во время брутто, то надо прибавить процентов 25—30. Постепенно я совершенствовал свой учет и в конце концов пришел к той системе, которая имеется и сейчас...

Естественно, что каждый человек должен спать каждый день, должен есть, то есть он тратит время на стандартное времяпрепровождение. Опыт работы показывает, что примерно 12—13 часов

---

\* Гранин Д. Эта странная жизнь.— М. Сов. писатель, 1982.— С. 103—104.

брутто можно использовать на нестандартные способы времяпрепровождения: на работу служебную, работу научную, работу общественную, на развлечения и т. д.»\*.

Систему учета времени Любищев вел на протяжении пятидесяти шести лет: с 1916 года до самой смерти. Потери времени сокращались, совершенствовался стиль работы, и в результате его творческий КПД постоянно возрастал: последние двадцать лет были продуктивнее занятий в молодые годы. При жизни Любищева было опубликовано около 60 его работ, дополнительный объем литературного наследия, обнаруженный в архиве Любищева уже после его смерти,— 600 авторских листов.

В свободное время Любищев увлекался классификацией земляных блошек. «Объем только этих работ выглядит так: к 1955 году Любищев собрал 35 ящиков смонтированных блошек. Их было там 13 000. Из них у 5000 самцов он препарировал органы. Триста видов. Их надо было определить, измерить, препарировать, изготовить этикетки. Он собрал материалов в шесть раз больше, чем имелось в Зоологическом институте»,— пишет Гранин\*\*. Обратите внимание: речь идет о хобби, о побочном увлечении, о работе, которая велась для рациональной смены занятий. Мало кому удастся успеть сделать столько по своей основной работе. А ведь Любищев вел активный образ жизни: читал лекции, заведовал кафедрой, отделом научного института, ездил в экспедиции, переезжал с семьей из одного города в другой. Но успевал поразительно много. Успевал потому, что не имел отходов времени. Вот единственный его секрет.

Своему другу П. Г. Светлову Любищев писал: «Моей «чудовишной работоспособности» ты завидуешь совершенно напрасно. Когда я жил в Ленинграде, то работоспособность была гораздо ниже. Крупные города, в особенности Москва, созданы со специальным назначением: показать, что вечность мучений вполне совместима со благостью божьей. Мучения не противоречат благости, если они выбраны добровольно, а москвичи крепко держатся за свой ад, что, впрочем, можно сказать и о ленинградцах.

Секрет моей работоспособности сейчас: 1) я не имею обязательных поручений, чрезвычайно вредно действующих на нервную систему; 2) я не беру срочных поручений и в случае утомления сейчас же прекращаю работу или отдыхаю, или перехожу на неумолимительное занятие; 3) сплю очень много, сейчас восемь часов ночью и два после обеда, всего не менее десяти, и регулярно гуляю; 4) веду учет, как тебе известно, уже более пятидесяти лет, и поэтому не распускаюсь; 5) комбинирую утомительные занятия с приятными, так что

---

\* Гранин Д. Указ. соч.— С. 108—109.

\*\* Там же.— С. 90.

целый день один участок нервной системы никогда не работает.

Но соблюдение всех указанных условий трудно при нахождении на государственной службе и в больших городах...»\*

У человека, благоговейно относящегося к своему времени, понимающего, что быстропролетающие часы нашей жизни — это единственное настоящее богатство, которое он получает от рождения и которое есть вообще в его жизни, вырабатывается своеобразное отношение к тому, что принято именовать карьерой или служебной перспективой. На работе человек ищет место, дающее наибольшее количество свободного времени для занятий творчеством. Не верх пирамиды прельщает и манит наслаждением властью, а радость творческого труда.

Как это ни парадоксально, но человек, трясущийся над каждой минутой своей жизни, — самый свободный человек. Потому что он — единственный хозяин своего времени, его хранитель и распорядитель. Такого человека трудно заставить отступить от Дела, его нельзя купить. Они не продаются, такие люди.

Человек рожден быть свободным, рожден иметь собственное мнение, и не к лицу человеку становиться рабом, пусть даже и хорошо оплачиваемым.

Любищев никогда не был рабом и принципиально не мог им быть: он слишком хорошо знал цену своему времени, слишком высоко ценил свою жизнь, чтобы обменивать ее на «универсальный эквивалент» — деньги. В тридцатые годы он работал во Всесоюзном институте защиты растений (ВИЗР). В то время ущерб от вредителей принимался равным не менее 10 процентов. Благодаря личным исследованиям Любищева, а также анализу данных США этот процент пришлось снизить до 2. После трех лет перепроверки Любищев выступил в печати. Автоматический вывод из его статьи был страшным приговором: ущерб от работников отдела по борьбе с насекомыми больше, чем от самих вредителей. Завышенная статистика была прекрасным компенсатором бесхозяйственности, отличным прикрытием безразличия.

Если рассматривать выступление Любищева абстрактно, то вроде бы все нормально: честный ученый заметил факт подлога и обнаружил его. Но дело в том, что в подлоге обвинялась собственная организация. В ответ на печатное выступление Любищева в 1937 году состоялось заседание ученого совета ВИЗРа, на котором «дело

---

\* Гранин Д. Река времени.— М.: Правда, 1985.— С. 313—314.

Любищева» начало принимать политическую окраску, как пишет Даниил Гранин. Совет ходатайствовал перед ВАКом о лишении Любищева звания доктора наук. Постановление было принято единогласно. Доказательные факты и логичные доводы не играли никакой роли. Как же: замарана честь мундира! Любищев бичевал самые основы института, и его «деятели», все как один, как «истые патриоты», единогласно опустили большой палец вниз. Любопытно, что Сократа суд признал виновным большинством в 280 голосов против 220. Но ведь Сократ потрясал основы всей системы полисов! Тем интереснее сравнение: какая поразительная эволюция за два тысячелетия!

Задумаемся над таким вопросом: зачем Любищеву при его погоне за временем понадобилось ввязываться в эту борьбу? Он был разумным человеком и должен был понимать — не мог не понимать — что, в лучшем случае, эта борьба отнимет у него много времени (в худшем — свободу). Тема вредителей была для него посторонней — к этому времени Любищев уже девятнадцать лет работал над созданием общей системы биологических объектов. Для чего ему было ввязываться в эту постороннюю для него борьбу?..

Ответ прост — он не мог позволить себе юлить и лгать. Не мог, потому что каждый день отчитывался перед собой, потому что каждый месяц и год подводил итоги, сводил все затраты в систему. А потом планировал вперед на месяц, на год, на пять лет, на всю жизнь. Не мог же он отводить в планах своих место для лжи. Не мог и поведением своим обесценить собственные планы, собственное время, собственную жизнь. А насчет того, что дело это для него было посторонним, так для настоящего человека нет ничего постороннего.

Система учета времени воспитывает человека. Эту систему нельзя обмануть, потому что отчитываться приходится перед самим собой. Приписать на основную работу времени больше, чем на самом деле потрачено, — значит признать свою слабость. Поэтому есть два выхода: либо бросить вести учет, смириться, либо перестраиваться, изменяя режим и стиль жизни. Бросить учет из-за низкой своей производительности равносильно признанию своего бессилия — это ведет к потере самоуважения. Второй путь — перестройка стиля жизни — есть превращение в творческую личность.

На занятиях по ТРИЗ слушателям рассказывают о системе Любищева и рекомендуют хотя бы попробовать, хотя бы начать вести учет потраченного времени. Во-первых, потому что эта система рациональна, разумна, она действительно позволяет находить неиспользованные излишки в самых, казалось бы, привычных и необходимых тратах времени. Во-вторых, — и это очень важно — система

Любищева инструментальна: она представляет собой не общие пожелания, а содержит вполне конкретные рекомендации, применимые тотчас же по ознакомлению с ними. Для использования системы учета времени не надо быть гением, не надо быть особо одаренным: освоить эту систему доступно каждому.

Разумеется, вовсе не обязательно слепо, в мельчайших подробностях повторять опыт Любищева. Но не следует его и игнорировать. Конкретное воплощение системы контроля затрат времени и планирования может принимать различные формы, но принципы построения этой системы, критерии оценки ушедшего времени остаются неизменными. Система самоотчета, точнее, система систематического самоотчета позволяет повысить собственную отдачу, творческий КПД своего труда. Как видели мы на примере Любищева, его система не омертвляет, не машинизирует человека, напротив, ее применение — путь к универсализации. Любищев знал несколько иностранных языков, был прекрасно образованным человеком, находил время и для спорта, и для театра, и для философии, и для истории, и для художественной литературы, не говоря уж о любимой им биологии.

## 15 ЧАСОВ НАГРАДЫ

Итак, чтобы быть творческой личностью, недостаточно иметь лишь общественно полезную, значительную достойную цель. Ведь поставленная цель должна быть реализована, а одного желания для этого мало. Чтобы переплыть океан, надо уметь строить корабли. Чтобы достичь цель, надо уметь строить планы — на день, на месяц, на пять лет, на всю жизнь. Причем планы эти должны быть динамичными, учитывающими разные условия работы и различные превращения цели, потому что любая цель — это не истина в последней ее измерении. Цели развиваются, переходя в надцели и над-надцели. Планы обязательно должны включать в себя систему контроля выполнения планов, иначе теряется смысл их составления.

Сегодня, чтобы переплыть океан, не надо самому строить корабль. Достаточно купить билет на «белый пароход». Это одно из действительных достижений нашего времени: человек покоряет природу в большой кооперации с другими людьми, с современниками и с предшественниками. Но в единоборстве с целью у человека чаще всего нет помощников. Как и в давнюю старину, этот путь каждый раз начинают с самого начала, как будто и не было прошедших тысячелетий таких же восхождений, как будто нет огромного багажа биографической литературы, описывающей опыт предшественников.

К сожалению, сегодня мы не можем еще подарить нашим читателям билет на «белый пароход» в творчество, но и такой день придет обязательно. Хотя типовую конструкцию «океанского лайне-

ра» уже можно показать. Это те стандартные блоки, которые неизбежно присутствуют практически во всех планах.

Планы и система контроля предусматривают необходимость выполнения значительного объема работы. Без нее планирование будет бессмысленным занятием, а система контроля — мертвой. Поэтому еще одно необходимое качество творческой личности — это большая работоспособность по осуществлению намеченных планов. Тут надо исходить из максимума возможностей человека — из 15-часового ежедневного творческого труда.

«15 часов ежедневной работы... Да это же каторга!» — воскликнет в сердцах раздосадованный читатель. Действительно, это мало похоже на санаторный режим. Хотя...

Творческий труд человеком избирается по доброй воле. Нельзя 15 часов в день добровольно заниматься нелюбимым занятием: это запредельная нагрузка. Переход к творческому ритму жизни возможен только тогда, когда работа превращается в потребность. Поэтому 15 часов работы воспринимается как 15 часов удовольствия! 15 часов награды. Обычно мы живем по трехзвенной схеме «работа — деньги — удовольствия». Творческий стиль жизни предусматривает сокращение среднего звена, избыточного для схемы «творческая работа — удовольствия». Удовлетворение приносит сам процесс работы. Творчество — это возможность самовыражения, самопознания, познания окружающего мира, принесения добра этому миру. Творчество — это путешествие в страну мечты. Разве можно мечтать за деньги? Разумеется, никто не застрахован от творческих неудач. Но и неудачи в творчестве — это приключения в новом неизведанном мире. Творчество — всегда чуть-чуть сказка, но сказка реальная, в которой исследователь имеет счастье жить.

15 часов творческого труда — это 15 часов ежедневного продвижения Пири к Северному полюсу. Ежедневного продвижения Амундсена к Южному полюсу. Ежедневной подготовки Циолковского к межзвездным перелетам. Ежедневной работы Пикара для подъема на высоту 17 километров, а затем для спуска в Марианскую впадину.

15 часов творческого труда — это 15 часов небывалых, захватывающих приключений, смертельного риска и счастья достижения — всего того, что делает жизнь интересной и наполненной. Для истинно человеческого существования каждому нужен свой полюс, своя высота, своя звезда. Хотя бы раз в жизни.

Нередко в своем воображении мы помещаем классиков в просторные кабинеты столичных университетов. Мы окружаем их тишиной, необходимой для вдумчивой неторопливой работы, и преклонением близких и современников, понимающих, что они живут рядом с гениями. Поэтому, когда речь заходит о нашей собственной творческой работе, мы ссылаемся на «не те» обстоятельства. Это

ошибка, грубая историческая ошибка. Обстоятельства всегда «не те», и воспринимать это надо как их неотъемлемое свойство, ведь не возмущаемся же мы давлением атмосферы! «Не те» обстоятельства законны для творческого стиля жизни. Они всегда были таковыми, и все же люди находили время и силы, чтобы творить культуру, плодами которой мы окружены сегодня.

Ленин, Кампанелла, Сервантес, Морозов умудрялись заниматься творческой работой, даже находясь в тюрьме. Отчего же нам не хватает времени и терпения в условиях очень далеких от предельных? Да, все мы работаем, но очень часто работа воспринимается как способ зарабатывать на жизнь.

Думается, мы заключаем творцов прошлого в идеальные условия не случайно. Мнимая идеальная жизнь в прошлом служит хорошим контрастным фоном для условий нашей жизни. Сегодня у нас нет времени, мы спешим, у нас масса забот. Вот «тогда»... «Тогда» и жизнь как-то медленнее текла...

Что ж, оправдаться можно вполне «объективными трудностями». Но ведь это временный камуфляж, и все мы это прекрасно понимаем. Кто извинит человека за величайшее преступление перед собой — за пустоту утекшей жизни?

Второаях мы нередко не успеваем задуматься об этих «мелочах». Нам некогда бояться творческой смерти. Но зачастую это происходит от того, что мы даже не знаем, что такое творческая жизнь. Легче всего подогнать собственное понимание престижного понятия творчества под свой образ жизни. Тяжелее и неприятнее задуматься над своей жизнью и перестроить ее.

## О ВРЕМЕНИ И ИДЕАЛАХ

Героизм — это не проявление характера в экстремальных ситуациях, а нормальное состояние человека. Любое другое состояние воспринимается как подготовка к нему, его преддверие. Человек стремится быть героем, и это самое естественное стремление.

Но чтобы стать героем, необходимо случайное стечение обстоятельств, зачастую не зависящее от человека. В самом деле, не станешь ведь поджигать дом только затем, чтобы вынести из огня ребенка. И так как роковые обстоятельства складываются, к счастью, не так уж часто, то широко используется псевдоудовлетворение, призванное заменить массовые пожары и наводнения. Псевдо — потому что не приносит никому пользы, зачастую даже себе.

Единственный вид деятельности, позволяющий действительно неограниченно реализовать свои способности, причем вид, доступный каждому нормальному человеку, целиком зависящий от него и не являющийся при этом «псевдо», потому что приносит пользу всему человечеству — это созидательное творчество. И потому выбирать

между творчеством и другими идеалами не приходится. Есть выбор между жизнью и сном. Или, если хотите, между жизнью и игрой в жизнь.

Общество часто бывает не в состоянии отплатить человеку эквивалентно за творчество второго и третьего типов. Мы приводили тому примеры и немалое их число рассмотрим еще. Но свой «эквивалент» человек все же получает, расплачиваясь с собою ощущением совершенного подвига. Причем подвига реального, который принесет счастье людям, даже если люди оценят его и начнут применять результаты не сразу. Разве сегодня мы не называем героями Циолковского, Земмельвейса, Бруно, Шлимана, Пастера?

Такой подход к идеалам дает критерии для поиска своего места в жизни. Места, дающего наибольшее время на творческий труд. Аналогично швейцеровскому «благоговению перед жизнью» следует выдвинуть лозунг «благоговение перед временем». Временем, которое всегда уходит и никогда не возвращается, которое преступно терять в любом возрасте. Причем, если детские потери времени — это вина наших воспитателей, то зрелые годы, проведенные в ничегонеделании — это уже самоубийство. Каждое упущенное мгновение — это ненаписанная строка из великой книги несбывшихся снов. Каждая «просиженная» минута — это несделанный шаг на пути к истине. Мы подсчитываем ущерб от войн и стихийных бедствий, но кто подсчитает сколько не сделано человечеством из-за бездарных потерь обычного мирного времени? Сколько тысячелетий человеко-жизней мы потеряли из-за столь привычного «вот с понедельника начну»! Мы не ценим секунды, но они, исчезая, уносят наши жизни.

Творческий режим доступен каждому нормальному человеку. Достаточно обычных способностей, обычной памяти, обычных знаний, чтобы включиться в творчество. Каждый из читающих эту работу способен стать Гением. Для этого надо сделать сначала всего один шаг: выбрать достойную ЦЕЛЬ. Потом — второй шаг: составить корректную ПРОГРАММУ достижения поставленной цели. Затем третий шаг — подкрепить составленную программу большой РАБОТОЙ. А потом четвертый...

## ГЛАВА ТРЕТЬЯ

### НИТЬ В ЛАБИРИНТЕ

Любая значительная цель — это сгусток задач. Разных по тематике и масштабу, но — задач, не решив которые, ни за что не пройти путь к цели. И потому, сколь ни велика была бы избранная цель, ни разумны составленные планы, ни фантастична работоспособ-



ность, все, к сожалению, окажется затраченным впустую без еще одного необходимого для творческой личности качества — умения решать задачи.

В самом приближенном, самом общем виде все задачи можно разделить на два класса: административные (или организационные) и технические. Чисто организационные задачи встречаются крайне редко. Как правило, в их основе лежат нерешенные технические задачи, которые и вызывают необходимость «администрирования». Но бывают случаи, когда задачи действительно не имеют никакого отношения к технике.

Скажем, проблемы, с которыми столкнулся Тур Хейердал при подготовке экспедиции на «Кон-Тики». Первая экспедиция... Хейердал в то время — безвестный норвежец, затерявшийся в Америке, денег не хватает даже на собственное пропитание, не говоря уж об организации экспедиции. А экспедиция требует больших средств. Как быть? Вот пример чисто организационной задачи. Хейердал нашел решение весьма своеобразное и остроумное. Оборудование для экспедиции он взял в военной лаборатории американских ВВС за обязательство... испытать его. То же решение он использовал, чтобы раздобыть пищевые консервы для всей команды. Остальную часть денег одолжил.

Но это случай нетипичный. В основном появление задач порождается несовершенством техники. Выявить техническую задачу в организационной не так легко. Без тщательного анализа порой даже невозможно.

Все творческие задачи в более или менее отчетливой форме содержат противоречия. Поэтому силу изобретательности творческой личности удобно оценивать по умению выявлять и преодолевать противоречия. Даже одинаковые противоречия могут быть разрешены по-разному или не разрешены вовсе. Пири, Амундсен, Скотт, Седов: каждый из них по-своему решил одну и ту же задачу. Качество решения определило итоговый результат и заплаченную за него цену.

Основным препятствием к достижению полюса (помимо низких температур и таящейся географической неизвестности) всегда служило отсутствие экономичного и в то же время мощного двигателя. В конце прошлого — начале нынешнего веков из-за ненадежности механического двигателя приходилось рассчитывать лишь на тяговую силу животных и человека. Но животные, как и люди, должны питаться. Груз еды для животных, везущих сани, и для людей превышал возможности животных. Это вынуждало часть провианта и обмундирования сгружать на дополнительные сани. Лишние сани — это лишние животные, а значит и лишнее потребление пищи, то есть лишний вес на санях. Получался замкнутый круг.

Чтобы разорвать его, Роберт Пири изобрел «систему Пири». Вместо одной сквозной экспедиции, идущей от базового лагеря к полюсу, он предложил челночную систему заброски продуктов питания как можно дальше от лагеря. Этим обеспечивалась возможность последним саням пройти путь налегке до самого полюса (в расчете на пищевые склады, устроенные предварительно «обслуживающим персоналом») и по трассе, заранее подготовленной вспомогательными отрядами. По мере устройства складов эти отряды возвращались в лагерь. То, что нельзя было, по мнению Пири, сделать «моноэкспедицией», сразу же решалось переходом к «полиэкспедиции».

Амундсен, тоже мечтавший о первенстве достижения Северного полюса, только вступив в игру, узнал, что уже потерпел сокрушительное поражение,— Пири опередил его. К счастью для Амундсена, к услугам его честолюбия в то время существовал второй непокоренный полюс Земного шара. И бесстрашный капитан с отважной и преданной ему командой и со сворой рычащих псов на борту ринулся на завоевание Юга.

Южный полюс стремился покорить и Скотт. Анализируя трагический исход его экспедиции, Амундсен одной из главных причин называет неверный выбор тяговой силы. Скотт избрал короткошерстных, неприспособленных к ультрахолодным условиям Антарктиды, негодных для горных условий и к тому же привередливых в еде пони и ненадежные, только появившиеся моторные сани. Амундсен выбрал неприхотливых гренландских овчарок. Собаки не только везли сани по любой дороге (точнее, по любому бездорожью), но и служили своеобразным индикатором прочности «хрупких снежных мостов». Провалившуюся в трещину собаку легко можно было вытащить вверх, тяжелого пони — гораздо сложнее (моторные сани, естественно, отказали). В случае необходимости собаки могли выполнять дополнительную «функцию» — служить пищей на обратном пути экспедиции, когда груз еды на санях значительно уменьшался и тащить его можно было меньшим числом «двигателей». Разумеется, это не проявление особой кровожадности Амундсена или извращенного его гурманства, а попытка минимальными средствами разрешить основное противоречие.

И пищевые склады на пути к полюсу, устроенные Амундсеном в первый сезон, тоже играли вспомогательную роль. Высокие палки с флагами у складов служили хорошо видимыми издали ориентирами для благополучного возвращения. У Амундсена выработался специфический стиль решения задач, оригинальный принцип преодоления противоречий: почти каждый предмет в экспедиции помимо основной функции нес дополнительную.

При подробном ознакомлении с историей путешествий Пири и Амундсена напрашивается интересная аналогия. «Система Пири»

очень напоминает взлет современных космических ракет: пустые баки из-под горючего, ставшие ненужными, отстреливаются. вспомогательные отряды у Пири выполняли аналогичную роль: они прокладывали путь, а главное, доставляли груз еды до места назначения, устраивая пищевой склад для основной группы. Выполнив эту работу, они становились ненужными (как и пустые баки у ракет) и возвращались назад. Экспедиция Амундсена — точный аналог схемы ракеты Цандера: баки из-под горючего, ставшие ненужными в качестве баков, должны были использоваться как дополнительное горючее. Ничто не пропадало даром. В проблеме взлета ракеты ее вес тоже был главным сдерживающим фактором: чем более мощные двигатели устанавливали на ракете, тем больше требовалось горючего, но это, в свою очередь, приводило к новому повышению мощности двигателя. Получается тот же замкнутый круг, что и в проблеме покорения полюса.

Идея Цандера по отношению к современным космическим аппаратам гораздо более идеальная, более эффективная. Не доведенная в прошлом до рабочего состояния (из-за смерти изобретателя), брошенная, она до сих пор считается фантастичной. Но когда-нибудь обязательно придет ее время: все закономерное должно сбываться, а идеи Цандера показательно, образцово закономерны. И потому красивы.

Красота идей — понятие отнюдь не субъективное. Красивые решения всегда просты. Может быть, именно это придает эмоциональную окраску их восприятию: нас охватывает гордость за Разум, который лишь силой мысли побеждает обстоятельства. Нас охватывает гордость за сопричастность к этому Разуму. При изучении творческого наследия великих изобретателей постоянно сталкиваешься с такого рода решениями — красивыми, как у Цандера, и простыми, как у Амундсена.

Огюст Пиккар — покоритель самой высокой вершины мира, на которую когда-либо самостоятельно взбирался человек. На стратостате собственной конструкции он поднялся на высоту более 16 километров. Великим изобретателем его можно назвать уже хотя бы потому, что при конструировании небывалого стратостата Пиккар изобрел герметичную капсулу — основу современной авиации. Такая капсула понадобилась Пиккару из-за малой плотности воздуха на большой высоте. Чтобы не задохнуться, надо было подыматься в скафандре или... сделать изобретение. И Пиккар изобрел герметичную гондолу.

Из-за все той же малой плотности воздуха на большой высоте плохо рассеивал солнечные лучи, поэтому надо было как-то искусственно регулировать температуру внутри гондолы. Пользоваться холодильником и нагревателем Пиккар не мог: резко возрастала бы стоимость полета, были нужны дополнительные источники энер-

гии. И Пиккар нашел красивейшее решение: половину наружной поверхности он выкрасил в белый цвет, другую — в черный. Подставляя Солнцу разные бока, он заставил бы само светило послушно служить ему. К несчастью для Пиккара, двигатель, вращающий гондолу, в воздухе отказал. И температура в гондоле была то плюс сорок, то минус двадцать. В зависимости от того, с какой стороны находилось Солнце. Но идея работала! Прекрасно работала!

Интересно, какого цвета были крылья у Икара?..

Пири с Амундсеном поделили славу покорителей полюсов. Это был апогей географических открытий. Последний всплеск. Пиккар остался единственным человеком, поднявшимся выше всех и спустившимся на самую большую глубину. Правда, рекордный спуск в Марианскую впадину совершил его сын (самому Огюсту Пиккару в то время было семьдесят шесть лет), но отец присутствовал незримо и здесь, только в качестве Дедала, подарившего всему миру на этот раз батискаф.

До Пиккара глубоководные погружения производились на батисфере. Батисфера — это толстостенный металлический шар, подвешенный к надводному судну на тросе. Она не имела ни одной степени свободы: на ней не было двигателя для горизонтального движения, а вертикальные перемещения осуществлялись подтягиванием или стравливанием троса с корабля. Каждый спуск на батисфере был смертельно опасен — в случае обрыва троса батисфера упала бы на дно, и поднять ее практически было бы невозможно. Пиккар задумал создать глубоководный аппарат, отрезав ненадежную пуповину. На этом пути его поджидало противоречие. Аппарат должен был быть легче воды, чтобы он смог самостоятельно всплыть. Для этого его необходимо было сделать объемным и тонкостенным (в соответствии с законом Архимеда). Но чтобы не быть раздавленным гигантским давлением на большой глубине, он должен был быть компактным (чем меньше суммарная площадь поверхности, тем меньше суммарное давление), а его стенки — достаточно толстыми и прочными. Пиккар разрешил противоречие, прикрепив маленькую толстостенную капсулу к большому поплавку. Поплавок наполнил жидкостью легче воды — бензином (воздушный поплавок раздавило бы так же легко и быстро, как и капсулу с людьми). А чтобы уравнять наружное давление с давлением бензина, внизу поплавок оставил открытый люк. Окружающая вода каждый раз сама поджимала бензин ровно настолько, чтобы устранить возникшую разницу.

Если бы Пири, Амундсен и Пиккар не сумели решить все возникавшие задачи, они бы ни за что не достигли цели, и их бы постигла та же участь, что и предшественников. Но они смогли стать Первыми. Первыми Достигшими.

Наука возникает там, где возможна повторяемость результатов. Пока повторяемости нет, есть фокус. Предпринятое в этой работе исследование имеет одну единственную цель: нащупать подходы к созданию науки. Трудно сказать, как она будет называться, может быть, все тем же воспитанием, или сотворением человека, или наукой о качествах творческой личности. Цель исследования — найти объективные факторы, манипулируя которыми, можно было бы превратить обычного человека, не занятого творческим трудом, в личность творческую, созидающую. Поэтому в биографиях великих людей нас прежде всего интересуют рабочие, методические выводы.

Выбор цели — пункт не самый сложный. Тут есть определяющий критерий добросозидания, активной добродетели. Опираясь на этот критерий, можно подойти к конкретной тематике будущей работы. Научиться строить планы — сложнее. Хотя и здесь принципиальных барьеров нет. Анализируя отдельные биографии, нетрудно выделить общие, характерные блоки и использовать их в применении к себе. Повысить работоспособность, то есть заставить себя выполнить намеченные планы,— уже трудно. Это требует реальной — не на словах — перестройки своей жизни. А как научиться решать задачи? Существует мнение, что одни люди рождаются способными, другие — неспособными. Значит, раз не родился способным, не станешь творческой личностью? Но тогда где критерий? Отделим сразу талантливых от бесталанных, пусть способные стремятся, а неспособные и не пытаются. В свое время именно в этом аспекте большие надежды возлагали на систему оценки коэффициентом интеллекта, так называемым IQ. Но практика жизни провалила тестовые прогнозы.

Как же все-таки решают творческие задачи? Можно ли этому научиться? И если можно, то как? Давайте разберем эти вопросы на конкретных примерах.

### **ГРОБНИЦА ТУТАНХАМОНА**

Труд археолога сложен и опасен. Раскопки порой приходится вести с риском для жизни. В условиях, мало пригодных для обитания человека: в пустынях, джунглях, среди диких зверей... Но самое главное, самое обидное — это то, что результаты поисков практически непредсказуемы. В значительной мере они зависят от неуправляемой, неподвластной человеку «удачи». Ведь археологи ищут вслепую. Почти вслепую. Известен лишь примерный предполагаемый район. Да и то ориентиры часто бывают ошибочны. Но другого способа вести раскопки нет. Не созданы еще приборы, по которым можно было бы точно определить: копать надо именно здесь! И люди вынуждены идти на риск. Поэтому повествования о раскопках полны героики, насыщены подлинным волнением непред-

сказуемости и читаются, как захватывающие истории Агады Кристи. Вот типичное описание такого рода:

«3 ноября 1922 года. 49-летний египтолог Говард Картер после шести лет безрезультатных поисков решает предпринять последнюю попытку обнаружить легендарную гробницу Тутанхамона, 12-го фараона 18-й династии.

Три с лишним десятилетия Картер ждал этого дня... Позади были долгие годы работы участником, а потом и руководителем ряда археологических экспедиций, в должности главного инспектора службы древностей Верхнего Египта. Пятнадцать последних лет он занимался только раскопками. И все это время мысли его были заняты только одним — находящейся где-то совсем рядом, по какому-то невероятному стечению обстоятельств не обнаруженной до сих пор гробницей...

За шесть сезонов Картер и его люди расчистили большой участок Долины, метр за метром продвигаясь по той зоне, которая, казалось, уже не раз была предметом поисков. Они обнаружили множество личных вещей фараонов и их жен, тайники с предметами и погребальной утварью, даже открыли одну неиспользованную гробницу — не было только того, что служило предметом поиска.

«Сезон проходил за сезоном, не принося результатов,— писал впоследствии Картер в своей книге «Гробница Тутанхамона».— Мы вели раскопки месяцами, трудились с предельным напряжением и не находили ничего. Только археологу знакомо это чувство безнадежной подавленности. Мы уже начали смиряться со своим поражением и готовились оставить Долину, чтобы попытаться счастья в другом месте».

И вот наступил день, когда нераскопанным остался лишь один участок некрополя, заваленный многовековым слоем строительного щебня и облепленный хижинами подсобных рабочих. Этот день пришелся на 3 ноября 1922 года...»\*

Поиски изобретателей по своему характеру очень похожи на раскопки археологов. Та же непредсказуемость, то же отсутствие ориентиров и порою не меньший риск. И то же захватывающее томление погоны, наполненное духом героики, как паруса колумбовских каравелл — ветром дальних странствий.

Вот как описывает талантливый советский авиаконструктор А. С. Яковлев процесс поиска решения задачи по борьбе с вибрацией, с которой он столкнулся при конструировании вертолета.

Приборы, установленные на машине, показывали, что при некоторых режимах работы появлялась недопустимая тряска, способная разрушить машину в воздухе.

---

\* Басин Я. З. И творцы, и мастеравые.— Минск: Вышэйшая школа, 1984,— С. 189—191.

«Пять месяцев мы пытались избавиться от этой тряски. Пять месяцев напряженных исследований и расчетов. Десятки экспериментальных полетов. И все безрезультатно...

Много высказывалось разных гипотез и предложений о том, что надо делать и как лечить вертолет. Одни предлагали вертолет удлинить, другие — укоротить, третьи — сделать фюзеляж новой конструкции. А четвертые считали, что все равно ничего не получится, и приводили при этом довод:

— Американцы с УН-16 от тряски не могут избавиться, Хаффнер на «Бристоль-173» ничего не может сделать, а вы самые умные? Не теряйте зря времени...

Мучаясь и ломая голову над тем, что же является источником, возбудителем вибрации, я пришел к выводу, что нужно постараться справиться с тряской по отдельным элементам. Я говорю «мучаясь», ибо это были действительно муки. Ни днем, ни ночью, ни в театре, ни на прогулке, ни за обедом не забываешь о проклятой вибрации. Другой раз отвлечешься немного, но вдруг мысль о вибрации пронзает все твоё существо, и даже в пот ударит от чувства бессилия, ощущения какого-то неодолимого препятствия, перед которыми мы стоим»\*.

Решение задачи пришло неожиданно.

«И вот однажды озарило, что из всех возможных источников возникновения тряски основным и наиболее злым являются лопасти. Таких лопастей на каждом роторе по четыре, итого восемь. Все они с огромной скоростью вращаются, причем возникают очень сложные механические и аэродинамические явления. А что если изменить виброхарактеристику лопастей? Для того, чтобы убедиться, от лопастей ли идет вибрация, К. С. Кильдышева — руководитель научно-исследовательского отдела — предложила попробовать отрезать по полметра от каждой лопасти и посмотреть, как это повлияет на тряску всей конструкции.

Опять собрались мы все, обсудили предложение и решили, что хуже не будет»\*\*.

После испытаний летчики заявили, что за 20 минут они перепробовали все режимы работы винта, все режимы полета, от тряски — никаких следов.

Чтение воспоминаний изобретателей всегда вызывает у тризовцев (есть сегодня такой термин!) двойственное чувство. С одной стороны — преклонение перед мужеством и настойчивостью, не поколебленными мучительными месяцами и годами безрезультатных поисков, перед риском, на который вынуждены идти и сознательно

---

\* Яковлев А. С. Цель жизни: Записки авиаконструктора.— М.: Политиздат, 1972.— С. 467—469.

\*\* Там же.— С. 469.

идут «капитаны технического прогресса». Ведь каждый из десятков экспериментальных полетов мог быть последним для испытателей: в воздух поднималась машина с заведомо повышенной вибрацией. Но с другой стороны...

Вы когда-нибудь охотились на эозинофила? Ну, да это неважно. Представьте, что вам надо поймать одного эозинофила. Не какого-нибудь экзотического, с красными полосами по бокам, гребнями на спине и гигантским хвостом. Нет, нужна особь самая обычная, средней полосы России. Голыми руками эозинофила не взять — это каждому ясно. Вопрос: какое оружие пригодится для охоты? Палка не подойдет — что ему палка! И винтовка, и даже пушка. Живьем надо брать. Обычная логика говорит: «Прежде чем охотиться, хорошо бы узнать, что это за зверь такой». А узнав, что «зверь» — самая обычная кровяная клетка, каждый в первую очередь прихватит микроскоп.

Тысячелетиями изобретатели воюют с задачами и каждый раз выходят на поле битвы вооруженные лишь собственным незначительным опытом решения нескольких десятков случайных задач (в лучшем случае) да кой-какими знаниями. Но от опыта и знаний пользы мало: они ведут к привычным действиям, а для решения сложных проблем требуются действия алогичные, неординарные. Но именно этого знания у изобретателей чаще всего нет. На бой с задачами изобретатели выходят неподготовленными, и потому победа в этой битве, в основном, дело случая (конечно, нужны и знания, и опыт, и настойчивость, но главное — неуправляемый, не зависящий ни от кого случай).

От удачи охотника зависит жизнь охотника и его семьи. От удачного решения изобретательской задачи зависят миллионы жизней человечества. По словам Флеминга, открывшего бактерицидные свойства пеницилина, ничто не мешало сделать это открытие на два десятилетия раньше. Флеминг подсчитал, что такая двадцатилетняя задержка не позволила спасти жизни двадцати миллионам человек. Внедрение технических изобретений приносит экономии материальных средств, но ведь и она в итоге оборачивается новыми школами, больницами, домами, книгами... То есть и здесь за запаздывание изобретений платится потерянными жизнями. Миллионами жизней.

И все же изобретения запаздывают. На десятилетия, иногда и на сотни лет. Запаздывают от того, что метод, которым делают изобретения, плох. Даже не плох — порочен.

Стандартный метод решения изобретательских задач — это метод проб и ошибок. Конечно, изобретатель не перебирает подряд все бесчисленное множество возможных вариантов. Нет, сначала идут пробы привычные, логичные, оправданные. Но когда они не срабатывают, когда труд ушедших месяцев, лет оказывается безрезультатным,



татным, в ход идет перебор любых, ненормальных, «диких», случайных проб. И вот тогда «однажды»...

Метод проб и ошибки парадоксально неэффективен. Он — главный виновник задержки изобретений. Самый страшный враг человечества — это тот нерациональный метод мышления, который именуется «героикой творческого труда», которому поют дифирамбы и который считается неотъемлемым свойством изобретателя. Метод проб и ошибок считается нормой! Это порочный взгляд, потому что он предписывает обязательным применение порочного метода. Из-за самого существования которого человечество тысячами систематически недосчитывается миллионов жизней.

...И вместе с тем, этот метод загадочен, таинствен и завораживающе привлекателен, как в те далекие времена, когда слова «интуиция» и «озарение» не писались и даже не произносились из-за отсутствия языка и письменности. До сих пор изобретатели ищут решения своих задач так же, как Говард Картер искал гробницу 12-го фараона 18-й династии.

### **РАЗВИТИЕ: ПЕРВЫЙ ПУТЬ В ТУПИК!**

Как с любым нежелательным явлением, с методом проб и ошибок пытались бороться. В III веке нашей эры греческий математик Папп ввел в оборот термин «эвристика». Вплоть до начала нашего столетия это слово оставалось лишь заголовком, траурным постаментом, высившимся над ненаписанной главой. Эвристикой Папп назвал науку о решении творческих задач, науку, которую предстояло создать. С тех пор отдельные исследователи выявили приемы, помогавшие, по их мнению, решать задачи. Но у всех таких списков главным недостатком было отсутствие методики применения приемов: нигде не говорилось, когда применять тот или иной прием. Сильные решения, как правило, достигаются применением комплекса из нескольких приемов. Зачастую в сочетании с физическими эффектами. Никаких правил на образование таких комплексов известно не было. И потому списки приемов практического применения не нашли. Исследователи писали статьи и книги, разрабатывали новые приемы, а изобретатели продолжали перебирать варианты — по-прежнему, без всяких нововведений. Основная причина отрыва теории от практики состояла, по всей видимости, в том, что приемы выделяли из личного, субъективного опыта, а нужен был объективный анализ развития техники, то есть анализ большого массива патентной информации.

В тридцатых — сороковых годах уже нашего века в связи с быстрым ростом темпов развития техники появилось множество задач, не терпящих, как в прежние годы, неторопливого обдумывания.

И взгляды изобретателей вновь обратились к эвристике. На этот раз надежды не были обмануты.

Первые методики, созданные в то время,— мозговой штурм, синектика, морфологический анализ, метод фокальных объектов. Затем появились производные методики, объединявшие или незначительно видоизменявшие основные.

Полумифическая эвристика родила вполне реальные методики, но они не породили бума изобретений. Дело в том, что методики не ломали основу слепого перебора вариантов, а лишь развивали этот метод. Они ускоряли перебор, порой вели к действительно неожиданным пробам, но не меняли сути старой технологии думания. Ставка на «случай», на «вдруг-аналогию», на «раскрепощенное мышление» и здесь была главной. Кроме того, не было никаких разумных критериев для отбора сильных решений: не было никакой гарантии, что, даже случайно подойдя вплотную к ответу, изобретатель заметит его.

Модифицировать метод проб и ошибок, развивать его «переборность» — это был путь в тупик, и воз методов перебора вариантов поныне там.

Любопытно, что волна попыток ускорить генерирование идей (пусть попыток неудавшихся, но все же попыток) началась с «технарей» и... ими же закончилась. Хотя слабых книг, например, не меньше, чем слабых изобретений. Это можно объяснить невыработанностью объективных критериев в искусстве. Мы можем сказать: «Эта книга мне нравится больше, чем та, хотя ты утверждаешь обратное». В технике такие оценки принципиально невысказаны. Эффективность любой машины можно вычислить с желаемой точностью по ее КПД, материалоемкости, экономичности и другим объективным параметрам. Эффективность произведений искусства определяется лишь косвенно, да и то на большой временной дистанции: если произведение помнят десятилетия спустя, значит, это хорошее произведение. Прямых показателей нет. По сей день не выработаны.

## **ПУТЬ ВТОРОЙ — НАУКА**

Сильные изобретатели находят сильные решения отдельных сложных задач. Сверхсильные выходят на универсальные принципы решения. Наука складывается из системы теорий, а те — из системы универсальных принципов. Пиккар, Пири, Цандер, Амундсен — сверхсильные изобретатели. Их изобретения — результаты не случайного открытия или внезапного «озарения», а плоды систематического применения найденных универсалий.

Советский ученый, изобретатель радиолокации П. К. Ощепков, говоря об истории своего изобретения, писал: «Не случайное вдохно-

вание или желание «что-то» изобрести руководило нами в то время. Нет. Мы точно знали, что ищем. Мы точно определили внутренние противоречия в решаемой нами задаче воздушного наблюдения и на основе творческого применения марксистского диалектического метода анализировали ее шаг за шагом. Именно анализ привел нас к необходимости использовать для этой цели электромагнитную энергию как самую быструю по скорости распространения, как проникающую через мрак ночи и толщу облаков, как наиболее легко управляемую в месте посылки. Это не гениальное предвидение, а закономерный результат анализа»\*.

Отдельные универсальные принципы Пиккара, Ощепкова, Цандера, Амундсена и многих других выдающихся изобретателей требовали объединения в единую теорию. Достаточно общую, чтобы вместить их всех и в то же время настолько инструментальную, чтобы она стала доступной и рабочей для практиков производства.

В 1946 году советский исследователь Г. С. Альшуллер начал эту работу с анализа патентного фонда технических изобретений. Вскрытые и разработанные им закономерности составили основу, костяк современной теории решения изобретательских задач. Сегодня теория переросла свое назначение, но в силу традиций пока не получила новое. ТРИЗ наших дней — это наука. Наука о закономерностях развития технических систем.

Импульс к созданию ТРИЗ дала потребность помочь изобретателям решать изобретательские задачи. Именно по этой причине первую материализацию теория получила в алгоритме решения изобретательских задач. Однако сегодня АРИЗ — скорее исследовательский инструмент, чем просто решающий. С его помощью можно не только преодолеть конкретное противоречие, но и проанализировать всю генеалогию технической системы, предсказать ее дальнейшее развитие. Для удобства пользования алгоритмом из него выделена система принципов решения отдельных классов задач, так называемая система стандартов. И АРИЗ, и стандарты основаны на выявлении и преодолении противоречия — основного фактора, сдерживающего развитие системы. Но если АРИЗ построен на последовательном, шаг за шагом анализе задачи, то в стандартах этап анализа пропущен, точнее, он проведен заранее, и потому стандарты содержат уже готовые рекомендации по решению задач.

Смысл сочетания «изобретательские стандарты» отличается от общепринятого понимания слова «стандарт». Обычно под стандартом имеют в виду нечто неоспоримое, тривиальное, применение чего уже давно узаконено. Рекомендации изобретательских стандартов, наоборот, ведут к непривычным, нетрадиционным и потому сильным решениям. Неожиданным даже для изобретателя. Правда, сегодняш-

---

\* Ощепков П. К. Жизнь и мечта.— М.: Московский рабочий, 1977.— С. 89.

него изобретателя. Именно сегодняшнего — в этом, думается, причина того, что слово «стандарты» прижилось. «Дикие» сегодня решения становятся привычными и само собой разумеющимися завтра, так что система изобретательских стандартов — это совокупность в привычно понимаемом смысле неоспоримых стандартов завтрашнего дня.

В ТРИЗ разработан собственный язык — вепольный анализ. Он позволяет записывать изобретательские «реакции» подобно реакциям химическим. Естественно, что, как и в химии, он был бы невозможен без соответствующих правил и законов.

Законы стержневой основой пронизывают любой механизм ТРИЗ. Они отражают историю развития технических систем и позволяют предсказывать новые ее этапы. Без объективных законов теория решения изобретательских задач была бы не более продуктивна, чем любая из методик активизации перебора вариантов. А точнее, ТРИЗ бы просто не существовало, потому что она и возникла лишь как результат разработки выявленных объективных законов развития техники.

Кроме законов развития технических систем, кроме изобретательских принципов, изобретателю нужны хорошие знания физики, химии, математики, биологии и т. д. Даже не столько сами знания, сколько умение оперировать ими. Существующая система организации этих наук складывалась веками, и общепринятая сегодня, она прекрасно содействует их развитию. Собственно, в этом и заключается главная функция хорошей организации: объединяя знания в систему, организация должна давать дополнительный «системный» эффект — то есть понятие законов развития науки. Но изобретателю-практику нужны не только общие представления о тенденциях, скажем, в физике твердого тела, а конкретный физический эффект или сочетание эффектов, решающее вполне конкретную задачу.

Для помощи изобретателям в применении научных знаний в 1972 году в рамках исследований по ТРИЗ Ю. Горин разработал первый указатель физических эффектов и явлений, по-новому организующий физические знания так, чтобы ими удобно было пользоваться практику-изобретателю. Сейчас разработан указатель второго поколения, вобравший новые принципы. Аналогичная работа ведется по организации знаний в химии и в геометрии: создаются указатели химических и геометрических эффектов. Работа эта еще далека от завершения, и система ТРИЗ охотно примет в свои ряды новых разработчиков.

ТРИЗ развивается не только вглубь, но и вширь, расчищая плацдармы для точной науки. Одна из книг Г. С. Альтшуллера называется «Творчество как точная наука»: парадоксальность ТРИЗ обозначена уже в заглавии книги. Творчество, всегда считавшееся самым неопределенным из всех явлений, именуется точной наукой.

Такой же, как арифметика и астрономия. Творчество — явление, не поддающееся объяснению, явление, над которым до сих пор ломают головы психологи. Так вот, точная наука творчества — ТРИЗ — начинает проникать сегодня и в научные системы, и в системы искусства. Пока это робкие шаги, но и они дают уже результаты в физике, ботанике, биологии, литературе. Сорок лет назад столь же робкими, неуверенными казались, наверное, попытки формулирования принципов решения творческих задач в технике. И нужно было большое мужество, чтобы в возрасте двадцати лет (столько было Г. А. Альтшуллеру в 1946 году) принять такую еретическую цель, как алгоритмизация творчества. Сегодня нам проще: нас — разработчиков ТРИЗ — сегодня много.

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

### ВОЗДАННАЯ КАРА

В шестом номере журнала «Изобретатель и рационализатор» за 1985 год была опубликована статья С. Константиновой «Резонанс». В ней рассказывалось о советском изобретателе томографии на основе ядерного магнитного резонанса В. А. Иванове. В 1960 году в возрасте двадцати трех лет он подал три заявки на предполагаемые изобретения, сделанные на основе открытого им способа внутривидения. Заявки были отклонены из-за «практической неприменимости». Изобретатель не стал бороться за признание и внедрение. Он занялся решением других технических проблем. Судьба его сложилась удачно: сегодня В. А. Иванов — доктор технических наук, автор семидесяти изобретений, преподает в Ленинградском институте точной механики и оптики. И все же...

Через тринадцать лет после злополучной заявки Иванова эта идея появилась за рубежом. Закономерности развития науки и техники не знают государственных границ. Все закономерное должно сбываться — и сбывается. Прошло время, Иванов узнал о перетворении своего изобретения, а узнав, «послал во ВНИИГПЭ заявление о возобновлении делопроизводства по давней заявке. И в 1983 году, через двадцать три года, получил решение о выдаче авторского свидетельства на «Способ определения строения материальных объектов» (№ 1 112 266) с приоритетом от 1960 года. Сейчас Владимир Александрович подал документы в отдел открытий»\*.

---

\* Константинова С. Резонанс // Изобретатель и рационализатор, 1985, № 6.

Вот, собственно и вся история. Точнее, факты все. Остаются размышления. «...Предположим, что признание В. А. Иванова состоялось. Можно ли поставить его в один ряд с создателями томографии? Тут мы останавливаемся в нерешительности. С одной стороны, идея действительно была гениальной, подать ее мог только незаурядный ум... А с другой стороны, автор не сумел довести свою идею до признания. Очевидно, не хватило настойчивости, а главное, уверенности в своей правоте. Иванов, потеряв веру в себя, просто забыл о гениальной догадке, забыл до тех пор, пока кто-то другой (в этом и счастье и трагедия техники) не выносил идею заодно, воплотив ее в жизнь...»\*

Действительно, можно ли считать, что В. А. Иванов состоялся как творческая личность? Не зная подробностей творческой биографии безусловно талантливого изобретателя, трудно утверждать что-либо определенное относительно всей его жизни. Но в эпизоде с томографией ответ может быть только однозначным — нет, не состоялся.

Вот еще один парадокс творческой деятельности высокого уровня. Результат вроде бы и есть, а «очки» за него не засчитываются: мало найти идею, надо суметь отстоять ее.

Отстаивать, к сожалению, приходится всегда. Я бы сказал даже так: если борьбы нет, если все принимается «без шума», спокойно, как должное, — тут стоит задуматься: что-то здесь не так. Значит, в идее есть какой-то изъян. Любое новшество, а тем более суперновшество, всегда и обязательно должно вызывать сопротивление. Тем большее, чем значительнее и новее, неожиданнее идея.

Уметь бороться за признание и внедрение своих идей — качество столь же необходимое творческой личности, как и умение генерировать эти идеи.

В жизни творца на виду, как правило, оказываются стороны привлекательные, престижные. Великий математик *Н.* общался с Великим художником *К.*, был другом Великого музыканта *Л.* и запросто заходил в дом к Великому химику *М.* Но все это — внешнее, несущественное! Суть творческого труда — работа, тяжелый повседневный труд. И общаться, пробивая новую идею, приходится не с творцами, а с теми, кто «против», — с людьми, которые не понимают новую идею, боятся ее, искажают...

В. И. Ленин писал И. Арманд в конце 1916 года: «Вот она, судьба моя. Одна боевая компания за другой — против политических глупостей, пошлостей, оппортунизма и т. д.

Это с 1893 года. И ненависть пошляков из-за этого. Ну, а я все же не поменял бы сей судьбы на «мир» с пошляками\*\*.

\* Константинова С. Резонанс // Изобретатель и рационализатор, 1985, № 6.

\*\* Ленин В. И. Поли. собр. соч. — Т. 49. — С. 340.

Широко распространено заблуждение: все хорошее, сильное, нужное само пробьет себе дорогу. Главное — это придумать, а дальше все внедрится само собой. Поэтому часто, как только человек сталкивается с первыми трудностями, он из-за неподготовленности к ним отступает.

Трудности закономерны. Они были и будут. И надо не избегать их, а заранее готовиться к борьбе с ними. В недавнем интервью газете «Известия» академик Е. П. Велихов сказал: «...молодежь не может ждать, когда перед ней постелят ковровую дорожку в науку. Она должна воспитать в себе и проявить волю к сопротивлению трудностям, консерватизму, инерции покоя, волю к их преодолению»\*.

Конечно, можно возразить, что В. А. Иванову, например, не воля нужна была в тот недобрый час его жизни, а опытная установка, чтобы доказать, что способ внутривидения не бесполезен и вполне работоспособен. Такая установка и сейчас считается одной из самых сложных и дорогостоящих в медицинской технике, и не в силах Иванова было подручными средствами соорудить ее. Но Иванов не бегал, не добивался, не устраивал скандалов, его не «пропесочивали», не изгоняли с работы. Всего этого не было. Он сдался. Отступил.

Любопытно, что такое поведение изобретателя вызывает у нас внутреннее, порой даже неосознанное осуждение: человек не должен сдаваться, человек должен быть сильнее обстоятельств. Мы привыкли к сказкам со счастливым концом: борющийся, доказывающий, воинствующий и, наконец, побеждающий изобретатель — вот стереотип, бытующий в нашем воображении. Мы забываем, что умение «держать удар» — не заслуга творческой личности, а недостаток общественных организаций. Почему томографию надо было внедрять на личном энтузиазме? Иванов дачу себе, что ли, строил?

Внедрение значительных новшеств — дело столь беспокойное и хлопотное, что организации, по статусу своему призванные внедрять или уж во всяком случае помогать внедрению, занимаются возведением препятствий для новаторов. Эта ненормальная ситуация не нова. И с ней всегда пытались бороться. Но чиновничьи ряды и сейчас стоят в полной боевой готовности, «бумажными зонтиками» защищая себя от ответственности. Или отстаивая корпоративные интересы. Довольно успешно защищая и отстаивая.

В «Литературной газете» 1 января 1985 года была опубликована небольшая заметка известного у нас в стране изобретателя и рационализатора Б. Данилова «Надежда новатора». В заметке рас-

---

\* Известия, 1985, 5 августа.

сматривались последствия торможения внедрения новшеств. Те потери, моральные и материальные убытки, которые терпят отдельные изобретатели и государство в целом:

«Тридцать лет назад я стал новатором и хорошо знаю, какие тернии поджидают на этом пути. Создание новшеств идет примерно по четырем этапам. Обдумывание идеи — это нелегко. Добиться ее признания в Госкомизобретений значительно труднее. «Обжелезить» и довести образец до серийного выпуска почти невозможно. А получить положенное законом скромное вознаграждение уже невозможно вообще...

Рабочих-новаторов беспокоит позиция многих НИИ, куда Госкомизобретений отсылает для оценки наши заявки. Эти институты видят в разработках новаторов подрыв своего престижа, не признают их ценности, не дают «добро» на внедрение.

Известная в нашей стране и в Европе фреза ленинградского станочника М. Зайцева тормозилась шесть лет. Когда выпустили первую партию этих фрез, экономический эффект за год составил 6 миллионов рублей. Подсчитайте, сколько мы потеряли, пока не внедряли, — 36 миллионов!»\*

Конечно, можно возразить, что это мнение обиженного человека, чьи новшества не внедряют и который в этом готов винить весь белый свет. Мол, внедрили тогда, когда было нужно. Да, задержали, но на то были объективные причины. И не ему, мало сведущему в делах государственных, судить об этом. Возможны и другие возражения: трудно внедрять «снизу вверх», иное дело — «сверху вниз»...

На подобные «аргументы» хочется привести выдержку из доклада М. С. Горбачева на июньском (1986 года) Пленуме ЦК КПСС. Это хорошая иллюстрация внедрения «сверху вниз», внедрения с позиций важности для государства. Здесь нет упоминания о «положенном законном скромном вознаграждении», которое дает зацепку для обвинения в личной материальной заинтересованности. Рассматривается вопрос внедрения новшества, выгодного для всех:

«Речь идет о пресловутом «вале»...

Приведу такой пример. Два с половиной года назад на автотранспортных предприятиях ряда министерств начался экономический эксперимент. Его участники стали планировать свою работу так, чтобы заинтересовать людей не в тонно-километрах, а в своевременной доставке с наименьшими затратами всех грузов по поступившим заказам...

И вот результаты: выполнение заказов — этого важнейшего показателя — повысилось до 100 процентов. Одновременно уменьши-

---

\* Литературная газета, 1985, 1 января.



лась потребность в автомашинах и водителях, на 18 процентов снизился расход горючего...

Казалось бы, плановые органы должны ухватиться за новый метод. Но не тут-то было. Некоторые ответственные работники Госплана СССР и РСФСР, как говорится, встали грудью на защиту отжившей системы планирования. Дело в том, что «дутым» оказался ранее запланированный «вал», объемы перевозок. А то, что эти расчеты непригодны, плановики признавать не хотели. Вот вам образчик неприятия нового, нежелания заняться перестройкой хозяйственного механизма, отказаться от изживших себя методов работы.

Валовые показатели все еще доминируют во многих отраслях. Более того, в строительстве, например, не без одобрения Госплана СССР и Минфина СССР опять пытаются возродить «вал» в качестве основного оценочного показателя. И это несмотря на то, что опыт передовых строительных организаций как раз свидетельствует о другом...»\*

Новшества и сопротивления им — понятия сопутствующие, взаимодополняющие в своем единстве. Любое новшество, независимо от того, внедряется оно снизу или сверху, всегда и обязательно встречает сопротивление. И это — закон!

### СКРЕЩЕННЫЕ ШПАГИ

Сопротивления новшеству можно разделить на два больших класса: случайные (фоновые) и сознательные (темовые, целевые). Случайное сопротивление не зависит от занятий творчеством. Шел изобретатель по полю во время грозы, попала в него молния... Или случился потоп в городе, и погибли прекрасные рукописи и картины: никто ведь не устраивал потоп специально, чтобы истребить их.

Вот Кеплер: «Его почти постоянно преследовали кожные заболевания: сыпи, нарывы, незаживающие язвы, болезни печени и желудка вынуждали его соблюдать строгую диету, его часто терзала лихорадка, мучили сильные приступы головной боли.

Слабое здоровье было серьезным препятствием для астрономических наблюдений в холодные ночи, но еще большим препятствием был врожденный недостаток зрения — сильная близорукость и монокулярная полиопия (множественное зрение)... Глядя на луну, он видел одним глазом несколько лун!»\*\*. Физическое состояние Кеплера не было следствием занятий астрономией: множественная полиопия,

---

\* Горбачев М. С. Доклад на Пленуме ЦК КПСС 16 июня 1986 года // Избранные речи и статьи.— М.: Политиздат, 1987.— Т. 3.— С. 445—446.

\*\* Белый Ю. А. Иоганн Кеплер.— М.: Наука, 1971.— С. 18—19.

близорукость, кожные заболевания — это не профессиональные болезни астрономов.

Случайное сопротивление — это тот средний фон неудач, бедствий и болезней, который может присутствовать в жизни каждого человека, независимо от его характера, работы и веры в творчество или бога.

Другое дело, если сопротивление вызвано именно продвижением к цели. Те же недуги в этом случае уже не случайны, а заданы темой исследований. Из четвертьвековой истории покорения полюса двадцать последних лет Пири шел к своей заветной мечте без восьми обмороженных и ампутированных пальцев ног. И это в условиях длительных санных переходов, когда то и дело приходилось становиться на лыжи, перетаскивать сани через торосы, объезжать полыньи, ежеминутно рискуя жизнью. Обмороженные пальцы при продвижении к полюсу — это не случай, не неожиданность. Это закономерное сопротивление темы.

Часто темовое сопротивление начинается еще раньше — с момента выбора цели. Когда обстоятельства толкают к темам привычным, проверенным, гарантированным. И потому не подходящим для творческой личности, которая ищет непокоренные вершины.

Но вот результат получен. Революционный результат. Теперь дело «за малым» — осталось внедрение. Новатор ждет распростертых объятий и шума восторженных приветствий. Оговоримся, — ждет не без оснований, ведь он несет миру Новую Вещь, Новую Книгу. Но вместо радушной встречи его... ведут на костер. Со всеми его Вещами и Книгами. Заметьте: при единодушном и искреннем всеобщем ликовании! Когда сожгли Джордано Бруно, народ праздновал это событие. Вообще, всякая казнь еретиков всегда вызывала буйное веселье и повальное одобрение: уничтожение ереси во все времена было самым богоугодным делом.

Проявление инстинкта самосохранения в больших социальных системах с позиций современного человека кажется уродливым явлением. Но с позиций большой социальной системы — это самое логичное действие: заболевший организм стремится исторгнуть «больные клетки». Творческая личность — личность, рушащая каноны, — с позиций этого организма самая настоящая и очень опасная «больная клетка», и потому вполне естественно, что с ней ведут борьбу по всем правилам медицинской тактики, вплоть до «операционного вмешательства». Ведь прими, например, средневековое общество с его главенствующими религиозными институтами коперниковские взгляды, оно бы немедленно развалилось. Что, собственно, и произошло, когда эти взгляды все-таки были приняты. Внедрение новшеств действительно имеет оборотную, отрицательную сторону — необходимость перестройки. Подчас кардинальной. Для современного промышленного общества страшной катастрофой было бы при-

нятие и внедрение всех предлагаемых новшеств. Гораздо более страшной, более разрушительной, чем непринятие ни одного новшества. Поэтому сопротивление новшествам, боязнь нового — процесс объективный.

Сопротивление не прекращается и после того, как внедрение все же начато, и даже после смерти творческой личности. Это сопротивление проявляется в активном переводе идей, направленных на развитие жизни, на работу по ее угнетению. Так, светлые идеи Бомбара, нацеленные на помощь попавшим в беду, приспособили для подготовки наемников.

Вообще, проявление гуманного, достойного творчества возможно не благодаря действиям общественных институтов, а наоборот, вопреки им. Творческая личность формируется в результате сбоя в системе образования, в системе цензуры, в системе взаимоотношений и во всех других социальных системах. Появление творческой личности — это чудо, порожденное несовершенством общественного устройства, ненадежностью общественных механизмов. В случае, когда эти механизмы срабатывают, приходит возмездие, кара за творчество — непоощрение.

Это не означает, разумеется, что творец — это некая внеобщественная индивидуальность, воспарившая над временем, людьми, судьбой и обстоятельствами. Нет, творчество не может происходить вне общества: любое созидание служит людям и возможно лишь в кооперации с другими людьми. Но достижений творческая личность добивается не благодаря, а вопреки обществу. Вопреки сегодняшнему обществу во имя завтрашнего.

Вот пример. Эварист Галуа увлекся математикой из-за того, что его оставили в колледже на второй год. Обязательными были гуманитарные предметы, но при повторном прохождении курса времени у Галуа оставалось много и ему разрешили посещать математический факультатив. Один случайный сбой в системе образования. Второй случайный сбой — попался суперхороший, думающий преподаватель. Сумел настолько увлечь своим предметом, что Галуа отложил учебники и взялся за монографии. Это третий сбой, потому что, если бы Галуа изучал математику по тогдашним школьным учебникам, к двадцати годам он бы ни за что не стал тем Галуа, ушедшим далеко за передний край общепризнанной науки, которым стал.

Но зато дальше все пошло «как по маслу»: ненадежность преград в системе скомпенсировалась их количеством. Трижды Галуа обращается в Академию наук и все три раза с одинаковым нулевым результатом. В первый раз его рукопись потеряли. Во второй раз умер Фурье, которому поручили рассмотреть работу Галуа, после смерти в его бумагах рукопись не была найдена (может, и не искали...). Откликнулись лишь в третий раз: отделались формальным

отказом. И это естественно. Да, вполне естественно! Ведь кем был тогда Галуа? Это сейчас он — создатель теории групп, а тогда — двадцатилетний недоучка, дважды провалившийся на вступительных экзаменах в технический вуз. Да еще республиканец вдобавок...

### ТРАГИЧЕСКИЙ ТИПАЖ

Жизнь Галуа-человека драматична, как и ее трагический конец. Но судьба Галуа-первооткрывателя типична. Путь в высокое творчество не выслан «ковровыми дорожками».

Известный русский изобретатель А. И. Шпаковский в 1856 году демонстрировал свойства электрической дуги. Перед самым началом опытов случайно взялся руками за оголенные части электродов, которые находились под напряжением в 1000 вольт. Чудом остался жив. Позже рассказывал, как сильно сдавило грудь, нечем было дышать. Указательный палец прожжен до кости, на ладонях выжгло глубокие борозды. Несмотря на потрясение и невыносимую боль, он начал демонстрацию в точно назначенное время. За три года до смерти в 1879 году взрывом опытной мины был ранен и сильно контужен. Из-за поражения мозжечка не мог самостоятельно передвигаться и даже стоять. Помощники переносили его на носилках и поддерживали, когда он работал. Искалеченными, израненными руками он брал приборы, производил записи. Так работал до последнего дня.

О. Ю. Шмидт. Хронический туберкулез. Легендарная экспедиция челюскинцев: как результат зимовки — крупозное воспаление легких. Несмотря на это, ежедневная десятичасовая работа. С декабря 1953 года легочные кровотечения, постельный режим, неподвижность. Работа не прекращается ни на один день.

Леонард Эйлер. Последние семнадцать лет работы — слепота. Она не остановила работу.

И. И. Лобачевский — тридцать лет непризнания.

Сервет — сожжен за то, что осмелился вскрыть и исследовать труп человека.

Наш современник инженер В. Ф. Сопочкин. В 1958 году он предложил не замораживать рыбу, а доставлять ее в охлажденном шоколовом состоянии — это позволяет сохранять биологически активные вещества. Получил авторское свидетельство № 111 561. Специалисты Минрыбхоза СССР добились аннулирования авторского свидетельства. Сопочкину удалось организовать сектор в главке «Азчерыба». Сопочкин — механик, и «рыбные специалисты» сразу выступают против: приезжает комиссия проверять только что созданный сектор. Комиссия составляет справку:

«На 29 страницах справки идет отчаянная «ловля блох». Обнаруживают зачеркнутые буквы в отчетах, выделяют неграмотные оборо-

ты речи, упрекают Сопочкина, например, в том, что он «совершенно необоснованно ставит вопрос о... дальнейших, еще более глубоких исследованиях..., которыми занимаются целые академические институты».

А «целые академические», между тем, почему-то не решились заняться этой сложной проблемой...

...Работать с ним, всего-то навсего инженером-механиком, не следует. Эта мысль варьируется в справке несколько раз, профессия Сопочкина подается в значении чуть ли не «мошенник». Авторы заключения стараются всячески убедить кого-то, что любая деятельность инженера-механика на поприще исследований комплексного хранения рыбы заведомо будет «теоретически несостоятельна».

Сопочкин читал решение комиссии, и буквы прыгали у него перед глазами. Вот он осуждается за то, что предлагает возить в своих чанах воду, а не рыбу: приводятся цифры 20 процентов рыбы и 80 процентов воды. Но цифры-то перепутаны... Он же предлагал загружать 80 процентов рыбы и не просто предлагал, а посвятил этому вопросу специальные исследования. Он бросается к членам комиссии, объясняет ошибку. Но в ответ его хлопают по плечу и убеждают, что это пустяки. Дескать, Вениамин Федорович, да разве в этом дело! Намекая, видимо, на теоретическую несостоятельность...

Решение комиссии множат в 20 экземплярах, отсылают во все инстанции. Сектор закрывают»\*.

В 1977 году научно-технический совет Минрыбхоза получает задание рассмотреть доклад Сопочкина «Об использовании термического шока рыбы». Минрыбхоз запрашивает у 21 института новые отзывы. Все институты, кроме ВНИРО, написали хорошие отзывы. Но организаторы научно-технического совета скрыли все отзывы, кроме отзыва ВНИРО...

Интересный нюанс: изобретения Сопочкина хорошо известны за рубежом. В то время, как работники ВНИРО писали отрицательный отзыв, на конгрессе в Токио отмечалась огромная выгода хранения рыбы на судах в охлажденной морской воде. «Русский» способ прижился в Японии, хотя и не подошел специалистам Минрыбхоза.

Ф. А. Цандер. Я. Голованов в книге «Марсианин» пишет: «Весьма характерен случай, который произошел с Цандером в 1930 году. В сентябре в Гааге по инициативе Нидерландского королевского аэроклуба должен был состояться международный конгресс по воздухоплаванию, на который специальным письмом в адрес Всесоюзного авиаобъединения приглашались советские специалисты. Цандер

---

\* Воздвиженский М. Дело Сопочкина // Изобретатель и рационализатор, 1982, № 3.

написал доклад под названием «Проблемы сверхавиации и очередные задачи по подготовке к межпланетным путешествиям», который обсудили и одобрили в ЦАГИ. Профессор В. П. Ветчинкин дал докладу очень высокую оценку, подчеркивая оригинальность материала Цандера. Рукопись перевели на французский язык и отправили во Всесоюзное авиаобъединение, где сосредотачивались все документы к предстоящему конгрессу. В ВАО доклад прочли и задумались. Потом отправили обратно в ЦАГИ. В письме директору ЦАГИ профессору С. А. Чаплыгину сообщалось, что лучше всего послать в Гаагу доклад от имени ЦАГИ, «так как ВАО, будучи промышленной организацией, не считает возможным выступать по вопросу о межпланетных сообщениях». Но и ЦАГИ космическими проблемами не занимался. Опять задумались и решили вообще никакого доклада в Гаагу не отправлять, поскольку все это как-то несерьезно, и солидную организацию все эти межпланетные «фантазии» могут только скомпрометировать\*.

Г. С. Альтшуллер. Девять лет переписки с ЦС ВОИР. Во всех письмах одна единственная просьба: «Выслушайте». Готов приехать в любое удобное для Вас время, за свои деньги, не надо командировки, не надо гостиницы. Ничего не надо. Его сообщение не займет много времени — достаточно всего получаса. Только назначьте день и час. В ответ приходили отписки. Коротенькие в несколько строк сухие чиновничьи фразы: «...такое совещание в ближайшее время не запланировано... в третьем квартале будущего года... во втором квартале следующего...». Таких писем набралось на три пухлых тома, но за десять долгих лет у руководства Центрального Совета Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов, на знамени которого заглавными буквами вычеканено обязательство помогать изобретателям, не нашлось получаса, чтобы выслушать изобретателя теории решения изобретательских задач! — науки, специально созданной для помощи изобретателям.

Б. П. Гробовский — изобретатель электронно-лучевого телевидения, которое сегодня живет почти в каждом доме, в минуты отчаяния говорил: «Мне кажется, я живу среди слепоглухонемых, меня не понимают, не хотят понять». Его так и не поняли. Электронное телевидение было переизобретено за рубежом и оттуда уже пришло к нам.

К стыду нашему, таких примеров можно привести великое множество. Но они бледнеют перед примерами иного порядка — массовыми:

«В XII веке на церковном соборе было запрещено чтение лекций по физике, в XIII веке папа Бонифаций VIII запретил препарирование

---

\* Голованов Я. Марсианин.— М.: Молодая гвардия, 1985,— С. 167—168.

человеческих трупов, а в XIX веке папа Иоанн XXII «упразднил химию».\*

«В январе 1559 года в Риме был издан первый сводный папский «Индекс запрещенных книг»... Издание «Индекса» продолжалось до 1959 года, когда вышло последнее добавление к изданию 1948 года. По решению второго Ватиканского собора лишь в 1966 году было официально прекращено издание этого перечня. За четыре столетия своего существования «Индекс» переиздавался более 100 раз. Последнее его издание содержало имена уже более 4 тысяч писателей и ученых\*\*.

«Индекс запрещенных книг», химия, анатомия и физика, объявленные вне закона,— это не просто опубликованные вердикты. Это руководство к действию. Предавали анафеме, пытали и жгли тех, кто писал подзапретные книги, кто издавал их, кто читал их, кто хранил...

Иногда говорят, что за века инквизиции погибло не так уж много народа. Да, немного — всего около полумиллиона. Но выжигали цвет человечества. Трудно определить эквивалент урона, который мы понесли, веками теряя свой авангард. Инквизиция нанесла человечеству и глубокую психологическую травму: жестокие расправы порождали покорность и боязнь нового и непонятного. Страх, который передавался в наследство от поколения поколению.

Мрачные, кровавые эти времена минули, но всесильная некогда инквизиция не стерта с лика Земли. Она преобразилась, приняла иные формы, современные, замаскированные, назвалась иными именами. Сегодня творческую личность не волокут на костер в треугольном колпаке и разодранном рубище. Сегодня все совершается куда элегантнее. Без воплей и крови. Но с неменьшим коварством и жестокостью, чем в далекие средние века. Ведь творческая личность, созидая новое, разрушает старое. И старое жестоко мстит за это.

У читателя может возникнуть вопрос: если книга написана для привлечения в большое творчество (а она написана именно для этого), зачем приводить столько трагических примеров? Почему бы не показать счастливые судьбы? Ведь многие люди достигли своей цели, преодолели все препятствия, победили: Ленин, Королев, Эйнштейн, Илизаров, Федоров. Не у всех судьба складывается трагически — кто-то же становится директором, академиком, признанным ученым...

---

\* Голованов Я. Дорога на космодром.— М.: Детская литература, 1983.— С. 33—34.

\*\* 1984: Памятные книжные даты.— С. 243.

Действительно, новатор не обязательно «мученик», но всегда и обязательно сверхтруженик. Такова цена за творческие результаты: платить приходится самой дорогой валютой — часами жизни, годами кропотливого каждодневного труда, когда ничего кроме работы не остается. И так всю жизнь — если творческая личность не переродится в дельца от науки. Творческая работа — это очень тяжелый труд. Очень интересный, но и очень тяжелый. 11 октября 1987 года по телевидению была показана запись встречи в студии Останкино с Л. Н. Кошкиным. Автор роторных и роторно-конвейерных машин — нового направления в технике, руководитель большого конструкторского бюро, Герой Социалистического Труда, академик АН СССР и академик ВАСХНИЛ, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, заслуженный изобретатель СССР (У Кошкина 140 изобретений), доктор технических наук — чем не человек, достигший вершин признания? Один из зрителей в зале попросил назвать самый памятный день в его жизни. Кошкин задумался на какое-то мгновение, перебирая в памяти пороги жизни, и ответил, что ничего такого не помнит, что, пожалуй, и не было ничего особенного, памятного. «Я всю жизнь работал,— сказал он,— у меня была очень тяжелая жизнь, всегда была работа. Много работал...»

Это не означает, что творческая личность несчастлива, напротив. Но это счастье особого рода: удовлетворение, радость от творческой работы. С обычных же житейских позиций творческая личность — всегда человек трагической судьбы. В этом один из парадоксов творчества: работая над «счастьем для многих», не остается времени на «счастье для себя». Даже не времени — пространства в собственной судьбе..

Большое творчество и трагизм существования — переплетающиеся темы. Отпугнет ли это знание молодого читателя от пути в творчество? Разумеется, проще и приятнее было бы рассказывать о «лазурных» мгновениях жизни выдающихся людей. Разумеется, уж в это-то читатель поверил бы с гораздо большей охотой и радостью. Но так же очевидно и то разочарование, которое постигло бы его при первом же столкновении с правдой жизни.

А правда жизни сурова. Взять к примеру Ленина: казнь брата, исключение из университета, тюрьма, ссылка, эмиграция, сверхнапряженная работа на износ в самых тяжелых условиях, безденежье, Октябрьская победа, которая привела не к уменьшению, а к усилению накала борьбы,— и смерть в неполных пятьдесят четыре года! Эйнштейн — хрестоматийный случай «счастливчика» в науке: раннее признание, всемирная слава, успел вовремя эмигрировать из фашистской Германии, практически ни к чему не обязывающая прекрасно оплачиваемая работа в Америке. Его имя стало символом настоящего большого Ученого. В конце жизни Эйнштейн



говорил, что если бы пришлось начинать сначала, он бы выбрал профессию водопроводчика. Федоров, Илизаров — в обоих случаях свой институт, своя школа, признанные изобретения, публикации, мировая известность и... постоянное сопротивление «знатных специалистов», мелкие пакости, подножки, сплетни. Амундсен — счастливейшая судьба полярного исследователя! Окончена подготовка к первой собственной экспедиции: в долг куплено судно, обмундирование, запасы еды. Кредиторы объявляют его мошенником и грозят, что если долг не будет уплачен в 24 часа, судно со всем находящимся на нем имуществом будет описано. Сговорившись с товарищами, тайно пробравшись на уже почти не свое судно, он ночью покидает родные берега. А успешно окончив экспедицию, не рискует возвращаться на родину, зная, что должен выплатить долги. Читением лекций в Америке и Европе, рассказами об экспедиции, публикациями он зарабатывает деньги, которые обязан отдать, и возвращается домой лишь почти через два года (!) после окончания экспедиции. И так каждый раз: влезание в долги, затем экспедиция со смертельным риском для жизни, потом лекции, статьи и книги, чтобы рассчитаться с долгами. Лишь однажды Амундсен отправился в путь, заранее расплатившись со всеми долгами: это был последний трагический полет для спасения экспедиции Нобиле. Пришлось продать все свои награды: золотые звезды, кресты, ордена и медали — символы признания его заслуг государствами мира...

Большое творчество и героизм — две неразрывные темы. Трагизм существования — это следствие, которое перекрывается во сто крат более сильным героизмом существования. А разве не прекрасно героическое существование, пусть даже за него приходится платить такой дорогой ценой?! Жизнь героя трагична. Но это оптимистическая трагедия — осознанная необходимость и сознательно принятая роль. Нельзя родиться героем, но в силах человека, в его и только в его личной власти им стать. Если человек увидел большую «еретическую» цель, значит, первый шаг на пути к этому он уже сделал.

Отпугнет ли человека знание трагизма существования? Нет — подготовит! Сделает менее уязвимым, позволит вовремя начать подготовку к отражению грядущих «ударов судьбы», заставит не терять зря время. Карта рифов и мелей не ослабляет, а укрепляет позиции капитана.

И еще о причине большого числа трагических примеров. Мы исследуем болезни общества, делаем то, что когда-то будет входить в компетенцию социальной медицины, к сожалению, находящейся пока в самой начальной стадии существования. Можно писать

о здоровом организме: о рельефе его мускулатуры, об орлином взоре, о молниеподобной реакции и т. д. Это очень выигрышная тема. Приятная в написании и при чтении. Но ведь надо разбираться и с болезнями, надо пытаться исследовать их причины и не затушевывать, не отворачиваться, не замалчивать, а вскрывать гнойные язвы, облегчая участь больного. Сделать это можно только одним путем: изучением объективных закономерностей. Не избеганием их, не игнорированием, а исследованием и использованием. Ибо, ответив на вопрос «Как это происходит?», мы неизбежно подойдем к вопросам «Почему это происходит именно так?» и «Как этим управлять?»

Гастон Тисандье написал очень тяжелую книгу. Его «Мученики науки» вобрала в себя много крови, пролитой на пути к научным свершениям, оплаченной такой дорогой ценой — жизнями лучших представителей человечества. Очевидно, предвидя растерянность читателя, Тисандье в завершении написал: «Если эта книга произвела впечатление на читателя, если она возбудила в нем благородные чувства и заставила проникнуться той идеей, что исполнение долга и упорный труд могут, несмотря ни на какие препятствия, повести к великим результатам, то мы сочтем это лучшею для себя наградой и доказательством, что работа наша не бесплодна»\*.

#### В НЕРАВНОЙ БИТВЕ

Весь процесс исторического развития говорит о невыгодности, об убыточности, наконец, просто об опасности творчества второго и третьего типов. Почему же человек все-таки идет в это творчество?

Такая постановка проблемы автоматически приоткрывает некоторые ее аспекты. Первый, самый очевидный ответ: человек не знает, что убыточность исторична, объективно закономерна. Сведения о «неудачниках» воспринимаются как отдельные роковые случайности, не связываясь в единую цепь, наполненную печальной логикой. Поэтому отношение к творчеству складывается традиционно — как к средству достижения благосостояния, благополучия, приличного стабильного заработка, престижного положения в обществе. Не имея широкого фонда исторических примеров, человек рассчитывает на «сдельно-премиальную» оплату своей работы, несмотря на творческий ее характер.

Думается, это самое распространенное заблуждение. И не удивительно. Ведь в основной массе литературы о людях, не принимавших новшеств второго и третьего типов, говорится как о ретроградах и консерваторах, время которых давно осталось в прошлом.

---

\* Тисандье Г. Мученики науки.— С. 230.

При этом очень редко упоминается, что эти «ретрограды» зачастую были самыми передовыми специалистами своего времени, прекрасными профессионалами. Один из авторитетнейших противников Земмельвейса был известный шотландский акушер Джеймс Симпсон. Весьма образованный и плодовитый ученый, он прославился тем, что впервые в мире применил для анестезии в акушерстве эфир и хлороформ. Моделью акушерских щипцов, которую он предложил, пользуются до сих пор. Неприятие новшеств второго и третьего типов — это не козни отдельных приверженцев старого, а *проявление диалектического закона развития*.

Но не только незнание закономерности неприятия открывает человеку дорогу в творчество. Порой, даже зная историю Великих Изобретений, человек все равно не останавливается. Почему?

Да потому, что, во-первых, нет знаний о разном творчестве, и свое Великое Дело — творчество второго или третьего типа — человек принимает за творчество первого типа. И тогда искренне недоумевает: почему не внедряют, почему все против?

А во-вторых, действует «лотерейный эффект»: человеку кажется, что уж ему-то повезет, что за полгода-год все увидят эффективность его предложений, и тогда все внедрится само собой... А виной тому очень интересное явление. Обществу — и оно это прекрасно понимает — все-таки нужны изобретения второго и третьего типов, и потому искусственно, вольно или невольно, создается миф «счастливчика» в науке, искусстве, технике. Стоило Ньютону случайно сесть под деревом, как на голову ему свалилось яблоко, и он открыл физический закон. Вот как все просто! Архимед залез в ванну и открыл закон Архимеда. Надо только расслабиться, случайно взглянуть на что-нибудь «такое» и мигом закричишь: «Эврика!». Конечно, если ты талантлив и если тебе повезет. Так вульгаризацией истории создается апология таланта и удачи, манящая своей доступностью.

Но проходят годы, десятилетия, и человек убеждается в слишком большой условности всех этих «надо» и «если» (убеждается уже не из книг, а из своего личного опыта). А убедившись... все же не бросает свои занятия. Почему?

Чтобы несколько лет серьезно заниматься Большим Творчеством, надо эти несколько лет серьезно не заниматься ничем иным, — не остается времени и сил. А за это время происходит дисквалификация в других областях. В итоге обратного пути практически нет.

И тогда, если человек все-таки понял, что «забрел не туда», и нет возможности отступить, например, уйдя в родственную область или став администратором, он превращается в ремесленника. Прекрасный выход найден — Великий Художник становится рисователем заказных портретов, а Великий Изобретатель — рядовым инженером рядового НИИ. Это величайшее преступление общества против

себя и против человека. Убивая веру, убивают талант, убивают саму жизнь.

Чтобы не стать «как все», не сдаться, человеку необходимо «умение держать удар». Но тогда человек становится «склочником», тогда говорят о его «неколлегиальности». Иногда это называют «болезнью изобретателя». Называют в насмешку, не видя ужасной драмы.

Но есть и иной путь: параллельно «пробиванию» (как справедлив здесь этот термин!) своего изобретения, идти дальше. Не останавливаться, не стоять на месте — вот единственное требование, которое надо выполнять, чтобы оставаться в творчестве второго и третьего типов. Идти дальше, все время вперед. Ставя недостижимые цели и достигая их. Лишь тогда человек начинает ценить творчество ради самого творчества, а не как средство к обеспеченной жизни, и видеть в нем смысл своего существования. Только человек, живущий во имя Большого Творчества, может с уважением отнестись к чужой творческой идее, к чужому творческому труду.

Таким образом, в творчество человек чаще всего попадает случайно, по неведению или по ошибке. Столь же несознательно и задерживается — от безысходности. Это потом, войдя во вкус творческой работы, осознав ее масштаб и значимость, человек находит в ней смысл жизни. И сознательно идет на сопутствующие лишения, безропотно выплачивая «налог на творчество», — так Н. И. Вавилов называл лишения и тяготы, выпадавшие ему в жизни. Сам он сполна выплатил этот кровавый «налог», ни разу не отступив от выбранной им Великой Цели. Иного пути для себя он не видел.

Умение «держать удар» — качество, необходимое не только творческой личности, но и ее ближайшему окружению. Прежде всего — семье. Здесь можно привести такую аналогию. Вблизи прожектора на землю ложится тусклый свет, и лишь с некоторого расстояния полоса света становится яркой. Этот затемненный отрезок (его называют расстоянием полного свечения) может быть довольно значительным. Творческую личность высокого уровня можно сравнить с очень мощным прожектором, «луч» которого бьет на века вперед. Оставляя в затемненной полосе свои и семейные (естественно) интересы материального благополучия.

Цель творческой личности не может служить источником дохода. В обыденном представлении труд необходим для материального обеспечения жизни. Творческий труд, как правило, — это канал для отъема средств. Цандер полтора года нигде не работал фактически для того только, чтобы произвести расчеты, необходимые для его марсианской экспедиции. Когда он уволился, у него не было накоплений. Он покупал еду, закладывая в ломбард все, что было в доме.

Осталось только то, что было на нем, бумаги с расчетами да логарифмическая линейка. Альтшуллер на личных началах организовывал семинары по обучению своей теории: приезжал в чужой город за свой счет, проводил бесплатно недельные — двухнедельные занятия. Дважды приходилось распродавать все из дому, включая книги. Можно представить, каково это для писателя. Дьяков за свой счет рассылал по всему миру телеграммы, предупреждающие о ненастьях, делал метеопрогнозы, которые никто не обязывал его делать. Кеплер работал всю жизнь, лишь надеясь на обещанную плату, умер в нищете, а 29 тысяч франков жалования остались невыплаченными ему. Морзе едва не умер от недоедания...

На войне — как на войне. Рвутся снаряды. Громяхают взрывы, отступления, наступления, передислокации, плен, госпитали, прорывы... Но жизнь продолжается и здесь. И цель ее — не выжить, а жить. С поднятой головой, как в мирное время.

Творчество — это война. Тяжелая война. И здесь неизбежны потери. Но рядовые фронта Ее Величества Культуры с честью несут в веках знамя своего Дела. Трудно найти точное определение понятию «творческая личность». Очень уж емкое это понятие. Творца можно сравнить со знаменосцем, во весь свой рост поднявшимся над суетой и опасениями, неудачами и бедами, соблазнами и недугами, и над всеми другими «боевыми действиями» обстоятельств. Рвутся снаряды, громяхают взрывы... Но он стоит, он есть, он был и будет, он — такая же реальность, как восходящее каждый день Солнце. Он вечно реющим знаменем своим словно подает нам знак: в атаку! в атаку! только в атаку! Он будит в нас человечность, подавая пример благородного служения выбранному Делу. А если рядом раздается взрыв... Что ж, на войне неизбежны потери. Встанут новые знаменосцы.

Творческая личность не сворачивает с избранного пути достойного творчества. Не позволяет чувство долга. Цандер называл это долгом перед человечеством. Какое великое счастье чувствовать себя сопричастным всему миру, обязанным всему человечеству, и нынешнему, и грядущему!

Чтобы «быть в творчестве», надо уметь бороться, уметь воевать. Воинами не рождаются — жизнь заставляет. Она дает в руки оружие, и слабые становятся сильными, а сильные — непобедимыми. И тогда творчество приносит не только радость Труда, но и радость плодов, взращенных на неблагоприятной почве. Плоды не могут не появиться, если земля полита потом. Если выбрана новая достойная великая Цель. Если ежедневно вырабатывается Норма, положенная Планом. Если поиск идет не слепым перебором, а по объективным законам. Если несмотря на удары человек все же стоит на ногах.

Если все это есть, будут и результаты. Не могут не быть. Хотя бы частичные, промежуточные. Циолковский не только не полетел к звездам, но даже не запустил ни одной модели космического корабля. Однако книгами его пользуются до сих пор. Полученные им результаты актуальны и сегодня.

Часто результативность связывают с появлением Готовой Вещи. Но это не верно. Потому что результаты работы зависят и от масштабов цели, и от области, в которой поставлена цель, и от этапа работы. На каждом этапе работы своя результативность. Для новой глобальной проблемы результатом может быть и корректная постановка задачи. Потому что нет еще необходимых материалов, нет необходимых расчетов (нет даже методик расчетов, даже теорий, по которым когда-нибудь будут построены эти методики), не проведены необходимые исследования в смежных областях и т. д. И все эти «сопутствующие» работы не укладываются ни в годы жизни одного человека, ни в умение одного человека. Потому что требуют большой специализации и длительного времени.

Поэтому, говоря о результативности, следует, вероятно, различать этапные и конечные результаты по цели. Для создания Готовой Вещи жизненно необходимы и те, и другие.

Вряд ли результативность можно назвать качеством человека. Но для творческой личности результативность обязательна. Если несмотря на все усилия результатов нет, это очень тревожный симптом. Что-то, значит, не так. Может, выбрана неверная цель или ошибочны планы. Или что-то еще. Результаты должны быть. Надо искать причину. А устранив ее,— идти вперед, к новым свершениям. Это доступно каждому!

## ГЛАВА ПЯТАЯ

### ПОДЛИННАЯ ЧЕЛОВЕЧНОСТЬ, ИЛИ АВАНТЮРА САМООТРЕЧЕНИЯ

Разработка по теме качеств творческой личности впервые была начата летом 1984 года в ходе работы конференции по ТРИЗ в рамках СО АН СССР. В первой проработке по выявлению качеств принимали участие Г. С. Альтшуллер и преподаватели и разработчики ТРИЗ В. М. Герасимов, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, С. С. Литвин и И. М. Верткин. Тогда было выявлено шесть взаимосвязанных качеств:

1) наличие новой или недостигнутой значительной общественно полезной достойной цели (или системы целей);

2) наличие программы (или пакета программ) достижения поставленной цели и контроля за выполнением этих программ;

3) желание и осуществление огромного объема работы по выполнению намеченных планов;

4) владение техникой решения задач, которые встречаются на пути к цели;

5) способность отстаивать свои идеи, выносить общественное непризнание, непонимание выбранного пути, умение «держаться удар», верность цели;

6) соответствие достигнутых результатов (или соответствие их масштаба) поставленной цели.

Словно сильный магнит, составленная система качеств притягивала к себе примеры из биографий творческих личностей самых разных эпох и профессий. Было решено начать сбор картотеки. Работа оказалась столь плодотворной, что уже через год удалось подготовить первый выпуск «Сводной картотеки биографий», материал которого частично вошел в данную работу.

Выявленная система качеств — это начальная разработка алгоритма таланта, алгоритма гениальности. Вполне естественно, что система качеств в настоящем виде не может еще претендовать на инструментальное, рабочее применение для «серийного», «промышленного» формирования творческих личностей. Исследования в этом направлении продолжаются, но основа, заложенная подходом с позиций объективных законов, уже есть.

Анализ творческих биографий шел по «составляющим таланта». Исследователей интересовало, почему люди без особых способностей, на первый взгляд, не отличающиеся ничем примечательным от своих сверстников, в среде которых они жили, оставляют на века след в истории нашей культуры. Почему кто-то становится Эйнштейном, Галуа, Амундсенем, а у кого-то это не выходит, несмотря на феноменальную память, великолепное образование и материальную обеспеченность.

### ИГНАЦ ФЮЛЕП ЗЕММЕЛЬВЕЙС

Анализ биографии Земмельвейса проводится по книге Ф. Пахнера «За жизнь матерей. Трагедия жизни И. Ф. Земмельвейса», выпущенной в Москве в 1963 году.

#### 1. Проблема.

Примерно до середины XIX века в акушерских клиниках Европы свирепствовала родильная лихорадка. В отдельные годы она уносила до 30 и более процентов жизней матерей, рожавших в этих клиниках. Женщины предпочитали рожать в поездах и на улицах, лишь бы не попасть в больницу, а ложась туда, прощались с родными так, будто шли на плаху. Считалось, что эта болезнь носит эпидемический характер, существовало около 30 теорий ее происхождения.

Ее связывали и с изменением состояния атмосферы, и с почвенными изменениями, и с местом расположения клиник, а лечить пытались всем, вплоть до применения слабительного. Вскрытия всегда показывали одну и ту же картину: смерть произошла от заражения крови.

Ф. Пахнер приводит такие цифры: «... за 60 лет в одной только Пруссии от родильной лихорадки умерло 363 624 роженицы, то есть больше, чем за то же время от оспы и холеры, вместе взятых... Смертность в 10 процентов считалась вполне нормальной, иначе говоря из 100 рожениц 10 умирало от родильной лихорадки...»\*

В 1847 году двадцатидевятилетний врач из Вены Игнац Земмельвейс открыл тайну родильной лихорадки. Сравнивая данные в двух различных клиниках, он пришел к выводу, что виной этому заболеванию служит неаккуратность врачей, осматривавших беременных, принимавших роды и делавших гинекологические операции нестерильными руками и в нестерильных условиях. Игнац Земмельвейс предложил мыть руки не просто водой с мылом, а дезинфицировать их хлорной водой,— в этом была суть новой методики предупреждения болезни.

Окончательно и повсеместно учение Земмельвейса не было принято при его жизни, он умер в 1865 году, то есть через восемнадцать (!) лет после своего открытия, хотя проверить его правоту на практике было чрезвычайно просто. Более того, открытие Земмельвейса вызвало резкую волну осуждения не только против его методики, но и против него самого (восстали все светила врачебного мира Европы).

## 2. Качества творческой личности.

### 2.1. Цель.

Выбранная Земмельвейсом цель была для него не случайной. В 1844 году после окончания медицинского факультета Венского университета Земмельвейс получил звание магистра акушерства и гинекологии. В том же году он поступил в аспирантуру в клинику Клейна в Вене. Родильная лихорадка по смертности из всех болезней была тогда на первом месте, клиника же Клейна была на первом месте по родильной лихорадке из всех клиник Европы. Проблема этой болезни стояла тогда так же остро, как сегодня проблема раковых и сердечно-сосудистых заболеваний, а Земмельвейс попал в эпицентр ее. Было бы странно, если бы он занялся исследованиями по другой болезни. Эта цель, в то время уже не новая, бесспорно высокая, достойная, общественно полезная, как впрочем и все медицинские цели, направленные на оздоровление человека.

---

\* Пахнер Ф. За жизнь матерей: Трагедия жизни И. Ф. Земмельвейса.— М.: Медгиз, 1963.— С. 50.



## 2.2. Программа.

У Земмельвейса было две программы. Первая появилась при решении задачи, вторая была направлена на внедрение. Идея первой программы состояла в постоянном исключении какого-либо фактора воздействия на пациенток с тем, чтобы определить истинную причину болезни. Причем Земмельвейс использовал не только свои опытные данные, но и привлекал статистику. Затем по этой программе надо было опробовать предлагаемую методику. Сначала на животных, потом на людях — обычная тактика исследований в медицине.

Идея внедренческой программы состояла в том, чтобы внедрять как можно менее шумно. Земмельвейс предвидел резонанс, который должно было вызвать его открытие: ведь главной причиной болезни он называл самих врачей. Нетрудно было догадаться, как они к этому отнесутся. Поэтому поначалу он хотел внедрить свой метод через частные письма в ведущие, а затем и в остальные клиники Европы. Лишь после завоевания признания его идеи должны были стать доступными широкой публике. Когда же частные письма и даже книга были игнорированы, Земмельвейс начал выступать с открытыми обвинительными письмами, в которых грозился обратиться к общественности. Единственная просьба, мольба, требование в этих открытых письмах — попробовать применить его методику, приносящую избавление от смерти. Земмельвейс не претендовал на награды, он хотел только одного — сохранить жизнь пациенткам.

## 2.3. Работоспособность.

Пахнер не пишет, сколько часов в день работал Земмельвейс. Но судя по описанию его состояния, когда исследуемая болезнь превратилась в наваждение, когда любое, даже совершенно случайное явление он относил к проблеме и рассматривал только в связи с *weil* (так, он изменил маршрут, по которому приходили в палату священники, и запретил им звонить), Земмельвейс работал над этой проблемой все свое время.

## 2.4. Техника решения задач.

Состояние, которое овладело Земмельвейсом, не позволяло уже размышлять над проблемой, и он начал суетиться. Узнав, например, что в соседней клинике женщины рожают на боку, он стал применять этот метод у себя. Не помогло, смертность не уменьшилась. Техника решения задач у Земмельвейса — типичнейший бессистемный перебор вариантов, и потому результаты решения проблемы — не заслуга особого таланта исследователя, а результат счастливого стечения обстоятельств:

а) борьба с болезнью стала непосредственной служебной обязанностью Земмельвейса. Ему не приходилось выкраивать свободное время после работы, не приходилось скрывать от окружающих свои исследования: во всей Европе врачи искали способ борьбы с этой болезнью;

б) Земмельвейс был молодым специалистом (к моменту своего открытия он успел проработать врачом около полугода) и не пристал еще к спасительному берегу ни одной из имевшихся тогда теорий. Поэтому ему незачем было подгонять факты под какую-то заранее выбранную концепцию. Опытному специалисту сделать революционное открытие гораздо сложнее, чем молодому, неопытному. В этом нет никакого парадокса: крупное открытие требует отказа от старых теорий. Это очень трудно для профессионала: давит психологическая инерция опыта. И человек проходит мимо открытия, отгородившись непроницаемым «так не бывает». Гениальность как раз и состоит в смелости отбросить груз привычных представлений и взглянуть на происходящее как бы впервые. Молодому специалисту не требуется смелость гения: он действительно со многим сталкивается впервые, действительно многого не знает;

в) условия для решающего эксперимента к моменту прихода Земмельвейса уже были созданы: клиника была разделена на две части, в одной практиковались студенты, в другой — акушерки. На занятиях студенты препарировали трупы, а акушерки занимались на муляжах. В клинике, где проходили практику студенты (там работал Земмельвейс), смертность стабильно была много выше смертности в клинике, где работали акушерки. И Земмельвейсу оставалось лишь заметить и проанализировать этот факт.

Если бы клиника не была разделена на две части, если бы в ней не было отдельного обучения мужчин и женщин, если бы те и другие не проходили разную практику (на муляжах и на трупах), и Земмельвейс попытался бы все это ввести, мотивируя свое желание попытками найти причины родильной лихорадки, его бы подняли на смех задолго до того, как контуры решения стали проявляться в тумане очень сложной проблемы. Потому что само по себе предложение было настолько «диким» и неожиданным, невмещающимся в тогдашние каноны медицинской теории, что речи о проверке его и быть не могло. А без эксперимента эта гипотеза была в то время таким же наивным иррациональным «мыльным пузырем», как сегодня предположение о том, например, что мужчины притягивают дожди и грозы, а женщины отталкивают их;

г) в конце 1846 года, когда Земмельвейс уже работал, после новой волны смертности клинику посетила очередная официальная комиссия. Не зная истинных причин заболевания, комиссия все же приняла решение. С точки зрения имевшихся тогда представлений о болезни это решение было абсолютно абсурдным. Но именно оно стало счастливым для Земмельвейса: комиссия постановила уменьшить вдвое количество практикующих в клинике студентов-иностранцев, которых подозревали в том, что они грубо проводили обследования, не считаясь со стыдливостью женщин. После этого смертность за три месяца снизилась в семь (!) раз;

д) Земмельвейс работал не только на материалах вскрытия умерших от лихорадки, но и широко использовал данные статистики. По статистике же с введением патологической анатомии как обязательной дисциплины смертность от родильной лихорадки возросла в клиниках в пять раз, и эти данные были у Земмельвейса;

е) врач, которого заменил Земмельвейс в клинике Клейна, решил на три месяца вернуться, и Земмельвейс оказался временно безработным. У него появилась возможность уехать в отпуск, развеяться, то есть фактически — подумать. Не суетиться, не спешить, не предпринимать «что-то», а спокойно проанализировать факты. При работе в клинике такой возможности принципиально быть не могло: в палатах уже лежали пациентки, надо было срочно решать, как лечить заболевших, как предотвратить распространение болезни. Срочно! Раздумывать, медлить было некогда. Каждая минута промедления грозила новыми смертями невинных жертв медицины;

ж) когда Земмельвейс вернулся из отпуска, почти через две недели умер его друг — профессор судебной медицины Якуб Колетшка. Пахнер пишет: «Смерть Колетшки Земмельвейс перенес исключительно тяжело. Но на него подействовала не только сама смерть друга, сколько тот факт, что Колетшка умер от ранки, порезавшись при вскрытии трупа, причем, что очень важно, трупа женщины, умершей от родильной лихорадки. Поэтому Земмельвейс решил тщательным образом изучить протокол вскрытия трупа Колетшки»\*.

Вскрытие показало точно такую же картину, что и вскрытия женщин, умерших от родильной лихорадки. А дальше Пахнер приводит слова самого Земмельвейса: «В моей голове, еще переполненной впечатлениями от Венеции, все перемешалось. Мысли о болезни и смерти Колетшки стали преследовать меня и днем и ночью. Из этого сумбура мыслей начала постепенно выкристаллизовываться уверенность в том, что смерть Колетшки и смерть многих сотен женщин, сведенных в могилу родильной лихорадкой, имеет одну и ту же причину... Заболевание и смерть Колетшки были вызваны трупными веществами, занесенными в кровеносные сосуды... И здесь передо мной неизбежно возник вопрос: а разве не может быть, что женщины, погибшие от этой же болезни, заболели именно при попадании трупных веществ в сосуды? Ответ напрашивался сам собой: разумеется да, ибо профессора, ассистенты и студенты немало времени проводили в морге за вскрытием трупов, и трупный запах, очень долго сохраняющийся на руках, свидетельствует о том, что обычное мытье рук водой с мылом еще не удаляет всех трупных частичек... Чтобы обезвредить руки полностью, я начал использовать для мытья хлорную воду»\*\*.

---

\* Пахнер Ф. Указ. соч.— С. 58.

\*\* Там же.— С. 60.

Выбор у Земмельвейса был небогат: в то время использовали всего два дезинфицирующих раствора — один на основе карболки, второй на основе хлорной извести. Характерно, что много лет спустя Листер в своем открытии общей антисептики применил карболку.

Две сотни лет лучшие умы медицинского мира Европы изыскивали способ борьбы с этой страшной болезнью. Вот она, кровавая дань идолу творчества — методу перебора вариантов. Две сотни лет перебирали! А в это время гибли люди.

Метод проб и ошибок катастрофичен не только при решении задач, он столь же катастрофически ужасен и при развитии найденных решений: от методики борьбы с родильной лихорадкой до идеи общей антисептики оставался один шаг, но шаг этот был сделан Листером через восемнадцать (!) лет после открытия Земмельвейса. Вот дополнительная расплата за плохую технику решения творческих задач — сотни и тысячи жизней людей, которые могли быть спасены за эти долгие восемнадцать лет.

Однако необходимо отметить и творческую смелость Земмельвейса. Так, всегда считалось, что чем больше врач анатомирует, тем он более опытен и тем успешнее его операции на живых людях. По Земмельвейсу же врачу вообще запрещалось за день-два до обследования пациенток посещать морг. Кроме того, Земмельвейс не побоялся включить в число «подозрительных объектов» руки самого врача, на что также надо было решиться. И, наконец, не стоит забывать, что открытие Земмельвейса появилось до исследований Пастера, который выявил и определил бактерии как источник многих болезней. Громадная заслуга Земмельвейса в том, что он не испугался и не отступил, а, наоборот, ринулся бороться за признание и внедрение найденной цели.

## 2.5. Умение «держат удар».

Своей работой Земмельвейс подготовил научное и общественное мнение к открытиям Пастера и Листера. Через пять лет после открытия общей антисептики Листер уже был в зените славы. То, на что Земмельвейсу не хватило жизни, Листеру досталось за пять лет.

Открытие Земмельвейса по сути было приговором акушерам всего мира, отвергавшим его и продолжавшим работать старыми методами. Оно превращало этих врачей в убийц, своими руками — в буквальном смысле — заносящими инфекцию. Это основная причина, по которой оно вначале было резко и безоговорочно отвергнуто. Директор клиники, доктор Клейн, запретил Земмельвейсу публиковать статистику уменьшения смертности при внедрении стерилизации рук. Клейн сказал, что посчитает такую публикацию за донос. Фактически лишь за открытие Земмельвейса изгнали с работы (не продлили формальный договор), несмотря на то, что смертность

в клинике резко упала. Ему пришлось уехать из Вены в Будапешт, где он не сразу и с трудом устроился работать.

Естественность такого отношения легко понять, если представить, какое впечатление открытие Земмельвейса произвело на врачей. Когда один из них, Густав Михаэлис, известный врач из Киля, информированный о методике, в 1848 году ввел у себя в клинике обязательную стерилизацию рук хлорной водой и убедился, что смертность действительно упала, то не выдержав потрясения, он кончил жизнь самоубийством. Кроме того, Земмельвейс в глазах мировой профессуры был излишне молод и малоопытен, чтобы учить и, более того, чего-то еще и требовать. Наконец, его открытие резко противоречило большинству тогдашних теорий.

Поначалу Земмельвейс пытался информировать врачей наиболее деликатным путем — с помощью частных писем. Он писал ученым с мировым именем — Вирхову, Симпсону. По сравнению с ними Земмельвейс был провинциальным врачом, не обладавшим даже опытом работы. Его письма не произвели практически никакого действия на мировую общественность врачей, и все оставалось по-прежнему: врачи не дезинфицировали руки, пациентки умирали, и это считалось нормой.

Вот отрывок из письма одного из учеников Земмельвейса, написанного в конце 50-х годов, то есть почти через тринадцать лет после открытия истинных причин родильной лихорадки: «... Анатомический театр является единственным местом, где студенты могут встречаться и проводить время в ожидании вызова в акушерскую клинику. Чтобы убить время, они нередко занимаются на трупах или с препаратами... А когда их вызывают в клинику на противоположной стороне улицы, они отправляются туда, не проделав никакой дезинфекции, часто даже просто не вымыв руки... При таком положении роженицы могут с тем же успехом рожать прямо в морге. Студенты переходят улицу, вытирая руки, еще влажные от крови, носовыми платками, и прямо идут обследовать рожениц... Вполне понятно, почему на собрании врачей клиники медицинский инспектор Граца воскликнул: «В сущности говоря, акушерская клиника представляет собой не что иное, как учреждение для массовых убийств...»\*

Пахнер отмечает, что многие исследователи обвиняют Земмельвейса в медлительности и нерешительности: одиннадцать лет он не публиковал никаких материалов. Но это не медлительность. Помимо того, что Земмельвейс руководствовался профессиональной этикой, эти долгие одиннадцать лет он проверял и перепроверял себя, прежде чем опубликовать рекомендации.

Высокое творчество требует от человека большой честности. Помимо подразумеваемой принципиальности, честность съедает мно-

\* Пахнер Ф. Указ. соч.— С. 137.

го времени — единственного богатства, которым располагает и дорожит творческая личность. Любищев три года перепроверял свои выкладки, прежде чем выступить в печати относительно завышенных данных по вредителям. Кеплер по 70 (!) раз повторял свои вычисления, чтобы не допустить ошибки. Каждое вычисление — это три листа большого формата, заполненных мелким почерком. После его смерти сохранилось 900 таких листов. Это отнюдь не причуды и не болезненная дотошность, а проявление честности. Перед самим собой. Но творческая личность может себе это позволить, потому что знает — впереди вечность. А перед вечностью отступает суета.

Парадокс: торопиться, юлить, суетиться нет времени, а на ожидание вечности время есть! Поэтому одиннадцать лет проверки не были для Земмельвейса непредвиденной задержкой на пути к славе. Это было время очень плодотворного кропотливого труда. К 1860 году Земмельвейс написал книгу. Но и ее игнорировали.

Только после этого он начал писать открытые письма наиболее видным своим противникам. В одном из них были такие слова: «...если мы можем как-то смириться с опустошениями, произведенными родильной лихорадкой до 1847 года, ибо никого нельзя винить в несознательно совершенных преступлениях, то совсем иначе обстоит дело со смертностью от нее после 1847 года. В 1864 году исполняется 200 лет с тех пор, как родильная лихорадка начала свирепствовать в акушерских клиниках — этому пора, наконец, положить предел. Кто виноват в том, что через пятнадцать лет после появления теории предупреждения родильной лихорадки рожаящие женщины продолжают умирать? Никто иной, как профессора акушерства...»\*

Профессоров акушерства, к которым обращался Земмельвейс, шокировал его тон. Земмельвейса объявили человеком «с невозможным характером». Он взывал к совести ученых, но в ответ они выстреливали «научные» теории, окованные броней нежелания понимать ничего, что бы противоречило их концепциям. Была и фальсификация, и подтасовка фактов. Некоторые профессора, вводя у себя в клиниках «стерильность по Земмельвейсу», не признавали этого официально, а относили в своих отчетах уменьшение смертности за счет собственных теорий, например улучшения проветривания палат... Были врачи, которые подделывали статистические данные. А когда теория Земмельвейса начала получать признание, естественно, нашлись ученые, оспаривавшие приоритет открытия.

Земмельвейс яростно боролся всю жизнь, прекрасно понимая, что каждый день промедления внедрения его теории приносит бессмысленные жертвы, которых могло бы не быть. Он готов был тратить время и деньги, лишь бы научный мир прислушался к нему. Немец-

---

\* Пахнер Ф. Указ. соч.— С. 167.

ким врачам, например, он предложил организовать за свой счет семинар, на котором он смог бы обучить их своей методике. Он просил врачей выбрать удобное для них время и место для такого семинара, но врачи отказались! Да что там деньги, он готов был пожертвовать своей жизнью, он хотел донести истину, хотел, чтобы ему поверили. Но его открытие полностью признало лишь следующее поколение врачей, на котором не было крови тысяч женщин, так и не ставших матерями. Непризнание Земмельвейса опытными врачами было самооправданием, методика дезинфекции рук принципиально не могла быть принята ими. Характерно, например, что дольше всех сопротивлялась пражская школа врачей, у которых смертность была наибольшей в Европе. Открытие Земмельвейса там было признано лишь через... тридцать семь (!) лет после того, как оно было сделано.

Естественно, что жизнь, каждый день которой был боем со смертью и косностью, не могла не отразиться на характере Земмельвейса. «Он превратился в угрюмого ворчуна, раздражающегося по любому поводу, для него перестали существовать юмор и веселье, он постоянно был погружен в свои мрачные мысли и периодически раздражался взрывами бурного негодования. Исчезли былая скромность, застенчивость и терпимость. Уже из открытых писем видно, каким он стал бесцеремонным и самоуверенным — о собственных открытиях он пишет как о крупнейшем достижении медицины, стоящем в одном ряду с дженнеровским оспопрививанием»\*.

Любопытно, что Пахнер эти строки пишет в явно осуждающем тоне, хотя сам он приводит процитированную здесь статистику, из которой видно, что родильная лихорадка была действительно страшнее оспы и холеры, страшнее чумы, да и любой другой болезни, потому что возникала неожиданно, косила насмерть, причем не старых людей, а молодых матерей. Вот так: не пожелавшие принять, просто проверить теорию Земмельвейса были «не правы», а изгнанный из-за своего открытия Земмельвейс стал «нескромным и раздражительным, бесцеремонным, нетерпимым и беззастенчивым, самоуверенным». И это плохо! А то, что тысячи женщин продолжали умирать из-за пошлых амбиций врачей, это — «не к чести выдающихся ученых»...

Можно представить себе то состояние отчаяния, которое овладело Земмельвейсом, то чувство беспомощности, когда он, сознавая, что ухватил, наконец, в свои руки нити от страшной болезни, понимал, что не в его власти пробить стену чванства и традиций, которой окружали себя его современники. Он знал, как избавить мир от недуга, а мир оставался глух к его советам. Не кошунство ли в такой ситуации говорить о потере «юмора и веселья»?..

---

\* Пахнер Ф. Указ. соч.— С. 172—173.

Земмельвейс лишился рассудка. В середине 1865 года он был помещен в психиатрическую больницу в Вене, а 13 августа 1865 года в возрасте сорока семи лет умер там. Причиной его смерти по злой иронии судьбы стала ранка на пальце правой руки, полученная им при последней гинекологической операции.

## 2.6. Результативность

Земмельвейс сделал открытие, разработал его в теорию и частично внедрил при жизни. Кроме того, своими письмами и книгой он заставил врачебный мир не «позабыть» о предоперационной дезинфекции рук, и внедрение метода, которое шло после смерти Земмельвейса, было фактически подготовлено всей его жизнью.

## ВМЕСТО ОКОНЧАНИЯ

В своем программном труде «Культура и этика» Альберт Швейцер писал: «Голос истинной этики опасен для счастливых, если они начинают прислушиваться к нему. Она не заглушает иррациональное, которое тлеет в их душе, а пробует поначалу, не сможет ли выбить человека из колеи и бросить его в авантюры самоотречения, в которых мир так нуждается...

Идеал культурного человека есть не что иное, как идеал человека, который в любых условиях сохраняет подлинную человечность»\*.

Приведенные факты из жизни выдающихся личностей предназначены не для выработки защитного барьера: «великими делами пусть занимаются великие люди, а я человек маленький...» Нет, цель написанного противоположна. Здесь показаны разные люди с разной судьбой. Они отличаются и по происхождению, и по области своих занятий, и по способностям. Но всех их объединяет одно — они обыкновенные люди. Самые обычные люди. Великими их сделало Великое Служение Великому Делу. Это доступно каждому.

Конечно, творчески — по большому счету — людьми они были не всегда, не на всех этапах своей жизни. Но цель настоящей работы — попытаться найти подходы к формулированию обобщенного идеала для жизни человека. И потому нас интересуют (и мы рассматриваем в работе) только творческие, то есть связанные с постановкой и решением проблем, этапы жизни. Творческая личность — это не орден, не пожизненное звание. Перестав заниматься творчеством, человек перестает и быть творческой личностью. Но на настоящем этапе работы важна проблема Идеальной Творческой Личности, стать которой доступно каждому.

---

\* Швейцер А. Культура и этика.— М.: Прогресс, 1973.— С. 319.



До совсем недавнего времени на протяжении нескольких лет Г. С. Альтшуллер практиковал на экспериментальных учебных семинарах по ТРИЗ проведение письменных работ на тему «Шкала оценки прожитой части жизни». Слушателям давалось задание выбрать универсальные параметры, по которым можно было бы оценить жизнь любого человека. При этом в задании была маленькая психологическая ловушка: не указывалось, с каких позиций эта шкала должна оценивать прожитую жизнь. И характерно, что каждый слушатель выбирал свои параметры, хотя и не существенные для другого человека, однако такие, по которым сам он набирал высокие баллы. Так проявлялась выработанная для защиты от самого себя иллюзия «не зря прожитой жизни». Кто-то учитывал число детей, кто-то — отношение с начальством, чувство юмора, уважение товарищей, число освоенных профессий, наконец, просто всякое участие в коллективе, идущем к большой цели. Поэтому список качеств, истинно важных, определяющих жизнь любого человека с объективных позиций творчества, то есть потенциальной пользы для общества, воспринимается обычно в штыки. Когда аудитория примеряет эту одежду к себе, это ломает ее самоуверенное спокойствие, и мысль о приближающемся заслуженном отдыхе испаряется — ведь так мало сделано, а большая часть жизни уже прожита, на что ушли годы?!

И это хорошо, что появляются такие мысли. Мы сознательно стремимся их вызвать. С тем, чтобы на место дискомфорта пришло четкое осознание пути. Мы не должны жить неосознанно. Это недостойно нас. Человек — не листик в руках урагана. Человек должен жить по человеческим нормам и правилам и в любых условиях оставаться человеком. Человек должен сравнивать себя не со случайным соседом с лестничной клетки, а с людьми, изменившими ход истории. Он должен стремиться стать таким человеком. И это доступно каждому.

Творческая личность — это не сверхчеловек, не блистательный супермен. Творческая личность столь же редко одерживает победы, сколь редко супермен не одерживает их. В этом своя драматичная закономерность. Здесь нет фантастических прыжков, железного удара и дикой скорости, прочно вошедших неизменным атрибутом героя из лавины массовой культуры в нашу жизнь. Супермен — порождение и герой XX века. Это стальной бездушный робот, автоматическая кукла, которую забыли выключить. Творческая личность — часто беззащитный человек, но, несмотря на это, вечный бунтовщик против всего, чему присваивают эпитеты «респектабельный», «устойчивый», «незыблемый», «общепризнанный».

Творческая личность героическим эпосом проходит сквозь всю историю человечества. Трудно поверить, что прогресс человечества, его извечные надежды на всеобщее поумнение, наконец, просто на счастье непосредственно и лично связаны с сонмом одиноких, им же затравленных людей, в далекой юности поставивших перед собой Великую Достойную Цель, направленную на благо всего человечества, и сквозь все преграды идущих к ней.

Выделенная система качеств характеризует начальный этап разработки этой темы. Ведь система относится к творческой личности, в одиночку продирающейся к цели. Но творческая личность не всегда действует в одиночку. Путь к цели не устлан розами и в том случае, если по нему идет целая школа. Более того,— и этот вывод был для разработчиков темы весьма неожиданным,— организация школы ставит свои проблемы, часто даже осложняя достижение цели. И предъявляет новые требования к качествам творческой личности. Перечисленных шести качеств для организации школы уже недостаточно. Требуется какой-то дополнительный «икс». Если же сверх школы организуется движение, то к «иксу» добавляется «игрек».

В исследовании проблемы творческой личности неясностей еще много, это обнадеживает,— есть почва для развития темы.

Вот, например, такая задача: как облегчить участь творческой личности? Допустим, мы организуем «Комитет по внедрению творческих личностей в официальную науку». Из ста прожектеров будет отобрана одна несомненно творческая личность с глобальной достойной целью. Но официальное признание предусматривает не только внедрение идей, но и сопутствующие этому внедрению должности, звания и другие привилегии. Не изменит ли это творческую личность, не переведет ли ее в обычного человека, связанного обстоятельствами, не заставит ли, борясь за сохранение привилегий, отказать от какой-то степени глобальности и достоинства своей цели и согласиться на сведение ее к маленькой частности? Не признание — это ведь не только нормальная реакция окружающей среды, но и замечательные «природные условия» для формирования творческой личности.

Но верно также и то, что «привилегии и должности» открывают новые, более широкие возможности ведения разработок, наконец, они приносят более полную и быструю отдачу всему обществу...

Мы не ставим вопрос: признавать или не признавать? Безусловно признавать. И чем раньше, тем лучше,— и для творческой личности, и для всего общества. Вопрос стоит иначе: как, признавая, сохранить условия формирования творческой личности, признавая, не испортить?

Точка в нашем разговоре не поставлена. Шесть качеств творческой личности, которые, мы рассмотрели,— это необходимый минимум для решения одной проблемы и внедрения полученных результатов, то есть для одного творческого цикла. По времени этот цикл занимает годы. Но в течение всей жизни человек способен решить систему проблем, совершить систему творческих циклов. Свой разговор мы продолжим о творческой стратегии на всю жизнь.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Закрыв последнюю страницу этой работы, можно постараться скорее ее забыть, сожалеть о зря потраченном времени, или попробовать применить к себе некоторые рекомендации, или даже заняться исследованиями в области формирования творческих качеств личности. Чтобы помочь читателю в достижении этих целей (за исключением первой, поскольку память человека великолепно справляется с такими задачами сама), мы предлагаем небольшой практикум по теме. Все изложенные здесь задания можно разделить на три раздела:

А. Задания первой группы преследуют мини-цель: помочь в освоении темы, уяснить для себя, лучше понять основные положения изложенного.

Б. Задания второй группы должны способствовать применению прочитанного материала к себе. Это как бы миди-цель: дать читателю возможность в себе самом сформировать некоторые из творческих качеств.

В. Третий уровень заданий — это попытка втянуть читателей в исследование по теме. Наша макси-цель.

Три типа целей, три группы людей, три разных подхода к чтению материала. Разумеется, такая четкая классификация довольно условна: чтобы хорошо усвоить тему, надо испытать на себе выводы этой работы, а чтобы быть уверенным в них, надо самому их вывести, то есть проанализировать биографии творческих личностей.

### А

1. Представьте себя в роли молодого Земмельвейса: только что гениальное прозрение осенило вас — вы открыли, наконец, причины возникновения страшной болезни. Как бы вы внедряли результаты этого открытия? В чем, по-вашему, была ошибка Земмельвейса и как можно было ее избежать (если, конечно, это вообще было возможно)?

2. В очерке «Процесс о миллионах»\* Б. Ольгин рассказал об истории Леонида Ивановича Войнова, придумавшего новый рациональный способ раскроя листовой стали для изготовления резервуаров. По подсчетам этот способ давал трехмиллионную экономию в год. Борьба изобретателя за получение вознаграждения полна трагического содержания:

« — Я дал трехмиллионную экономию, выделяйте мне, что положено», — напомнил он вскоре своему начальству.

В институте одна за другой созываются авторитетные комиссии и одна за другой дают короткие заключения: проверщик чертежей Л. И. Войнов внес ряд корректировок, что и является его служебной обязанностью, но даже если б не являлось, все равно это никакая не рационализация, и, естественно, не изобретение.

Войнов стал писать. Он интуитивно придерживался классической челобитной системы: «от низшего высшему и высшему на низшего». Отказал начальник группы института К. К. Купалов — Войнов строчит жалобу на Купалова. Отказывает БРИЗ — летит жалоба на БРИЗ. Специалисты погружаются в разбор жалоб, создается комиссия — впрочем, это уже все знакомо.

В процесс о трех миллионах включается суд. Четвертый участок Ленинского района Москвы истцу отказывает. Войнов — в городской. То же. Войнов жалуется на городскую в Верховный. Новый отказ. Войнов затевает серию процессов в другом нарсуде. Все повторяется вновь.

С непрерывно действующего жалобно-обличительного конвейера сошло более сорока заявлений в партийные, профсоюзные, советские и судебные органы, в газеты и журналы.

В коротких перерывах, когда руки свободны от пера и бумаги, Леонид Иванович использует их для вразумления «внутренних врагов» — коллег по институту. Когда одна из сотрудниц не согласилась с мнением Войнова, он продемонстрировал ей силу своих кулаков. Народный суд не одобрил этой аргументации и дал «вразумительно» принудработы.

Но дух Войнова сломлен не был. Коллектив отдела, в котором работал корректировщик, взмолился: «мы или он». К мольбе отнеслись сочувственно.

Войнов ушел. Работает теперь в другом учреждении и продолжает вести процесс. Вот уже десять лет!

Комиссии заседают, процесс о трех миллионах продолжается».

Вот описание типичной ситуации. Представьте себя на месте Л. И. Войнова: сделано изобретение, оно приносит прибыль государству, хотя юридически и не признается изобретением, в материаль-

---

\* Ольгин Б. Процесс о миллионах // Изобретатель и рационализатор, 1967, № 5.

ном поощрении отказали (в первый раз). Как следует вести себя дальше? Почему? Как можно усилить действия Л. И. Войнова?

Вообще, какова, по-вашему, самая разумная тактика внедрения?

3. Какова цель каждой из глав работы?

4. Составьте краткий конспект каждой главы и попробуйте пересказать работу своим товарищам. Опишите их восприятие темы. В чем, по-вашему, причины такого восприятия, такого отношения к этой теме вообще?

## Б

5. Составьте шкалу оценки прожитой части жизни. Оцените прожитую часть своей жизни по главным параметрам этой шкалы по стобальной системе.

6. Составьте систему целей прожитой части жизни. Какие из целей были поставлены зря (в чем причины)? Были ли в вашей жизни периоды, которые теперь вы считаете для себя потерянным временем? Какова длительность этих периодов? Чем, по-вашему, можно было бы заменить эти потери, какими занятиями?

7. Составьте систему перспективных целей (для себя): на завтра, на ближайшую неделю, на ближайший месяц, год, на пять лет, на всю жизнь. Какие из этих целей основные, какие вспомогательные? Как сделать вспомогательные цели основными (или: как избавиться от вспомогательных целей)?

8. Проведите учет времени, потраченного за день, и проанализируйте дневные затраты: сколько времени потрачено на основную работу, сколько на вспомогательную, каковы потери времени (учет надо составить с точностью до десяти минут)

Повторите это же задание в течение недели. Какой процент времени за неделю можно отнести к потерям?

9. Составьте план за завтрашний день. В конце дня подведите итог: что не удалось, почему, где скрыты резервы? Повторяйте это задание ежедневно на протяжении недели. В конце недели подведите итог: что вам дало составление планов? Помогло ли лучше выявить свою цель, рациональнее распорядиться временем?

10. Как выбрать новую достойную цель? Представьте, что этот вопрос вам был бы задан в пятнадцать лет. Как бы вы на него ответили с вашим сегодняшним жизненным опытом? Что бы вы могли посоветовать человеку в этом возрасте?

## В

11. В чем, по-вашему, главная причина появления этой работы? В чем ее необходимость: для человека, для государства, для человечества?

12. В чем вы не согласны с утверждениями этой работы? Почему?

13. Как, по-вашему, можно было бы усилить предлагаемую работу? Чем дополнить, что изменить?

14. Проведите анализ биографии личности, которую вы считаете творческой. Для этого:

а) Определите цель, которую преследовал этот человек.

— Какова была избранная цель; менялась ли она в течение жизни?

— Опишите прототип, то есть что было известным и общепринятым до постановки цели; в чем была новизна, непривычность поставленной цели?

— Почему выбранную творческой личностью цель следует считать достойной?

— Как была избрана цель (обстоятельства выбора цели)?

— Какова была концепция достижения поставленной цели; в чем была ее новизна?

б) Была ли у выбранной творческой личности программа?

— Его распорядок дня. Как он изменялся в течение жизни, в разных условиях?

— В чем состояла программа достижения цели (если программа была)? Менялась ли эта программа в процессе достижения цели?

— Была ли программа на всю жизнь? В чем она состояла? Была ли достигнута? Как изменялась?

в) Какова была работоспособность творческой личности (покажите это на примерах)? Как менялась работоспособность в течение жизни?

г) Какие задачи пришлось решать выбранной творческой личности? Задачи, связанные с достижением цели, с жизненным устройством. В чем состояло решение? Как были решены эти задачи (технология решения, особенности)?

д) Какие преграды пришлось преодолеть творческой личности в борьбе за признание, внедрение своего изобретения, открытия?

е) Можно ли выделить на примере рассматриваемой биографии «удары» судьбы, которые вам кажутся типовыми? Каковы они? Каковы типовые же способы их отражения? (Разумеется, такое задание некорректно ставить на примере одной биографии творческой личности. Проводя этот анализ, необходимо все время оглядываться и на свой жизненный опыт, и на когда-то прочитанную литературу).

ж) Результативность; намеченная и полученная итоговая. Их соотношение.

з) Были ли у творческой личности последователи, ученики, школа? Какие трудности возникали в связи с появлением последователей?

Ю. П. Саламатов



**ПОДВИГИ  
НА МОЛЕКУЛЯРНОМ  
УРОВНЕ**

Химия помогает решать трудные  
изобретательские задачи





С обыкновенной электрической лампой связана одна из самых драматических историй в изобретательстве. Чтобы улучшить качество излучения, сделать свет лампы более похожим на солнечный, нужно повысить температуру нити накала. Но чем выше температура нити, тем быстрее идет испарение металла: нить становится тоньше, перегорает. В тисках этого противоречия (надо повышать температуру нити и нельзя этого делать) погибли сотни хитроумных проектов. Задачу пытались взять «в лоб» — с помощью комбинаторики, физики. И только совершенно неожиданный обходной маневр принес успех: испарение нити было уравновешено химической транспортной реакцией. «Дрессированные» молекулы газа стали послушно ловить и возвращать каждую испарившуюся частицу металла. Задача, казалось бы, никак не связанная с химией, была блестяще решена чисто химическим путем...

Химия позволяет получать поистине удивительные решения самых различных технических задач. Можно, например, хранить сжатый газ в бумажном кульке. Можно сделать воду сухой. Простое и дешевое вещество может заменить сложнейший высокочувствительный прибор. В принципе «дрессированные» молекулы могут все. Однако реально дела обстоят значительно скромнее. Прежде всего по вине самих новаторов, очень слабо использующих безграничные возможности химии. Статистика свидетельствует: химические эффекты, приемы, методы используются (за пределами самой химической технологии) всего лишь в одном изобретении из тысячи... Существует психологический барьер, заставляющий упорно перебирать громоздкие механические решения задачи, даже если изобретателю прекрасно известен — еще из школьной химии — эффект, дающий красивое химическое решение нехимической задачи.

Цель этой части книги: помочь молодому новатору увидеть в химии инструменты творчества — доступные, сильные, изящные. По сути, это первая книжная публикация об изобретательском применении химии, химических эффектов, химических веществ. На конкретных примерах здесь показаны химические пути решения изобретательских задач, раскрыты некоторые «секреты», связанные с «дрессировкой» молекул.

*А. Б. Селюцкий*

## 1. ИЗ АРСЕНАЛА ХИМИИ

### 1.1. ХИМИЯ — ВОТ ГДЕ ВЫХОД!

1.1.1. Фантасты любят писать о синтезаторах — портативных машинах, производящих все, что угодно, по желанию их владельцев. Имея такую машину, легче жить и работать, например, в космосе. «Зачем, — убеждает своего компаньона герой рассказа Р. Шекли «Необходимая вещь»\*, — тащить с собой 2305 наименований запасных частей и деталей. Гораздо проще и логичнее получать необходимое в нужный момент». И вот такой момент наступил. При неудачном приземлении на далекую дождливую планету Деннет-4 корабль получил повреждения. Потребовалось заменить четыре одинаковых элемента. Но синтезатор выдал только один — оказывается, он настроен на создание новых вещей, а любая вещь бывает новой лишь однажды. Как быть? Герои рассказа после многих проб и ошибок решают эту задачу — они заказывают синтезатору произвести самого себя. Второй синтезатор выдает им еще один требуемый элемент и... третий синтезатор и т. д.

В похожей ситуации оказался и герой рассказа Г. Темкина «Костер»\*\* — косморазведчик Андрей, которого высадили на Четвертой планете. Впереди был месяц работы в одиночестве. С собой в экспедицию вместо снаряжения он взял только психосинтезатор: требовалось лишь сосредоточить внимание, зримо представить образ (а Андрей был признанным мастером психосинтеза) и... открывай дверцу и бери «жареного гуся, багровые помидоры, мягкий каравай...». Но вдруг с синтезатором что-то случилось, и он перешел на «химически чистый» режим работы — стал выдавать любой заказ в виде набора химических элементов. К тому же планета оказалась неожиданно холодной. Надо как-то выжить этот месяц. «Нужен костер, стуча зубами, соображает Андрей, — срочно!» Дрова есть, но как их зажечь? Задача: нужен огонь, но для его получения можно использовать только то, что имеется на планете, плюс то, что дает синтезатор. Перепробовав все известные ему механические (физические) способы добывания огня (высекание искр, трение), он постепенно приходит к простой мысли: единственное спасение в использо-

\* Юный техник, 1981, № 1. — С. 30—37.

\*\* Юный техник, 1985, № 9. — С. 27—33.

вании школьных знаний по химии. Надо что-то соединить с чем-то так, чтобы реакция прошла с пламенем. В его распоряжении вся таблица Д. И. Менделеева. И даже вспомнился вдруг простейший опыт — опускаем кусочек натрия в пробирку с водой... Но вся хитрость в том, как представить себе чистый элемент, этот самый натрий, ведь в памяти Андрея школьный опыт оставил лишь смутное воспоминание о вырвавшемся из пробирки пламени. (Заметим, что имея Андрей прочные знания по химии, он смог бы получить из элементов десятки более эффективных «огнетворящих» соединений, например фосфорных.) Андрей спасает его находчивость и развитое «бытовое» воображение — вспомнив формулу поваренной соли, он концентрирует все свое внимание на образе огромного кристалла хлорида натрия. И синтезатор его не подводит: выдает отдельно хлор, отдельно натрий — «химическая» зажигалка готова.

1.1.2. Нет сомнений в том, что наши потомки учтут этот случай и улучшат систему подготовки косморазведчиков в области химических эффектов и явлений. А может быть, и нам стоит извлечь урок? Фантастика живет земными заботами, и писатель изобретает «космическую» ситуацию зачастую лишь для того, чтобы ярче и парадоксальнее высветить наши сегодняшние проблемы. Косморазведчики — редкая профессия, даже в будущем, а изобретателей — сегодняшних разведчиков будущего — миллионы. И если от знания химии в будущем будет зависеть (предположительно) жизнь косморазведчика, то сегодня «судьбы» многих изобретательских задач зависят (наверняка!) от вовремя примененного химэффекта.

*Задача об алмазе.* Предположим, возникла потребность делать точные отверстия в алмазе или изготовить шестеренку, микрофрезу и т. п. целиком из алмаза. Потребность вполне реальная: в клинике известного окулиста Федорова давно возник заказ на алмазные скальпели для микрохирургии глаза. Как надежно и производительно обрабатывать самый твердый из материалов? У задачи многовековая история. Известные методы обработки основаны на использовании того же алмаза: 1) царапанье одного кристалла другим (на надписи на знаменитом алмазе «Шах» ушли годы каторжного труда ювелиров древности), 2) шлифование или пиление с применением алмазного порошка и ультразвука (на что уходят часы, а то и дни кропотливого труда, в зависимости от величины алмаза). Были также попытки использовать луч мощного лазера для прожигания отверстия. Но отверстия получались неровные, требовалась дополнительная обработка, кристалл мутнел, растрескивался. Как быть?

1.1.3. *Задача об алмазе* явно неразрешима с использованием тактики штурма твердости «в лоб», той тактики, которая все еще, к сожалению, распространена среди изобретателей. Инерция мышления услужливо подсказывает изобретателю общеизвестные физические свойства алмаза и тут же ставит его в тупик: алмаз самый твердый (где взять более твердый инструмент для его обработки?); прозрачный (в том числе и для луча лазера, но тогда как сделать луч

еще мощнее и при этом избежать температурных напряжений в кристалле?) и т. д. Главная же сущность алмаза при решении задачи долго остается в тени: его химическая природа та же, что и у его «родных братьев» — графита и сажи. Алмаз — лишь видоизмененная форма углерода. Химия — вот где выход! Но и эта мысль часто остается без продолжения. Причина — незнание возможностей химии, ее хитростей.

Химические «фокусы» (технические применения химэффектов) непривычны инженеру, воспитанному на традиционной механике и физике. Вот отрывок из интервью с заслуженным изобретателем УзССР, членом ЦС ВОИР Кимом:

«Самоуверен.

— Я всегда решал задачи, за которые брался.

— А есть такие, за которые Вы бы не взялись?

Подумал немного.

— За химию не возьмусь. Не чувствую ее»\*.

«Не чувствую» здесь значит «не знаю»... Что же получается? Логика решения задачи часто приводит изобретателя к столкновению с незыблемыми физическими законами. Это ловушка, из которой годами ищут выход, пытаясь примирить непримиримое и совместить несовместимое. А рядом — химия, арсенал мощнейших инструментов, как бы специально созданных для «обмана» физических законов. Многие эффекты и явления могут десятилетиями лежать в запасах химии, не находя технического применения. Нужен мостик между двумя отраслями знаний — химией и техникой. Строить этот мостик в первую очередь должны новаторы, на этом пути их ждут счастливые находки. Инженеров часто ошеломляет простота «химического» решения задачи, над которой они бились многие годы.

1.1.4. Одна из самых драматических историй в изобретательстве связана с обыкновенной электрической лампой. Неразрешимое, казалось бы, противоречие надолго затормозило развитие этого технического устройства. Чтобы улучшить качество излучения, сделать свет лампы более похожим на солнечный, нужно повысить температуру нити накала. Но чем выше температура нити, тем быстрее идет испарение металла: нить становится тоньше, перегорает. Любые попытки найти «оптимальное» решение отбрасывали инженеров назад: на внутренней поверхности колбы быстро образовывался темный налет испарившегося вольфрама, преграждавшего путь свету; лампа еще больше разогревалась, светимость ее быстро падала и нить перегорала. В тисках этого противоречия (надо повышать температуру и нельзя этого делать) погибли сотни хитроумных планов штурма задачи «в лоб». Каких только сплавов и легирующих

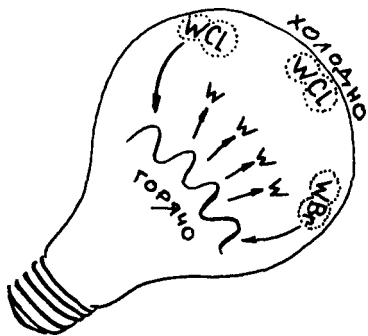
---

\* Изобретатель и рационализатор, 1981, № 7.— С. 27.

добавок к вольфраму не перепробовали, как только не меняли характеристики тока и температурный режим!

Что происходит в лампе? Под действием высокой температуры атомы вольфрама настолько сильно начинают раскачиваться в кристаллической решетке, что отрываются от нити и улетают. Куда? Все идет по законам физики: теплота переносится от более нагретого тела (нити) к менее нагретому (колба). Физические законы «страшнее» юридических, их невозможно нарушить даже при очень сильном желании. А нарушать и не надо, пусть все идет как положено по физике. Проблема в другом: как заставить атомы вольфрама вернуться назад и «приземлиться» на старое место? При этом желательно, чтобы атомы садились на нить не где попало, а именно там, откуда их больше всего вылетает, то есть нужно организовать замкнутый цикл по вольфраму внутри колбы. Одну половину цикла обеспечивает физика. Другая половина — перенос вольфрама из холодной зоны в горячую и точная «посадка» на нить накала — противоречит физическому закону. Значит, надо «обмануть» его, и поможет в этом химия.

В разработанной у нас в стране мощной ртутной лампе использовали бром — добавленный внутрь лампы, он взаимодействует с осевшим на колбу вольфрамом, образует бромид вольфрама, который, испаряясь, устремляется в зону с высокой температурой, разлагается, и вольфрам оседает туда, откуда он испарился. При этом даже частично разрушенная нить самовосстанавливается в процессе работы, как хвост у ящерицы. Самое замечательное то, что процесс этот не потребляет энергии извне, не требует никаких дополнительных обслуживающих систем — все обеспечивает безупречным поведением «дрессированных» молекул. Сможете ли вы привести пример более идеальной системы?



## 1.2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

1.2.1. Кроме брома, в новой лампе накаливания в роли «извозчиков» могут работать, как оказалось, и другие элементы — хлор, йод и даже вода. Капля воды в колбе лампы — вот и все решение этой «неприступной» задачи! Что же это за химический эффект, с помощью которого так красиво и просто умирят непослушные атомы и молекулы?

Это так называемые химические транспортные реакции: твердые или жидкие вещества, взаимодействуя с газообразными, образуют сначала только газообразные продукты, которые после переноса в другую часть системы при повышении температуры разлагаются с выделением исходного вещества. Причем перенос может происходить как из холодной зоны в зону с более высокой температурой, так и в обратном направлении.

Так, легко образует газы соединения никель. Газообразную фазу, содержащую этот элемент, получают из тонкоизмельченной руды, воздействуя на нее окисью углерода при температуре 50° С и атмосферном давлении. После ее транспортировки по трубам в назначенное место температуру повышают до 200° С, и из газообразной фазы (карбонила никеля) выделяется мелкозернистый чистый никель. Это единственный известный науке метод получения сверхчистого никеля (99,99 процента).

На основе таких реакций созданы способы разделения и очистки многих веществ, перевода аморфных веществ (или веществ с дефектами в решетках) в хорошо организованные кристаллы. Например, очистка титана (англ. пат. 722 901), алюминия (пат. США 2 470 305), кремния (пат. ФРГ 966 471), железа (франц. пат. 1 136 699).

Применение подобного способа взамен гальванического при изготовлении литейных форм повысило производительность труда в 10 раз.

*1.2.2. Применение химически активных веществ позволяет упростить механическую технологию или вовсе отказаться от нее, предельно увеличивая идеальность технических систем (ТС). Например, для изготовления стального проката совсем не обязательно традиционная цепочка «домна — конвертер — прокатный стан». Есть способ, по которому железную руду обрабатывают хлористым водородом, извлекают из нее атомарное железо, превращают его в газообразный продукт и направляют в камеру с затравкой, допустим, отрезком трубы. Атомы металла оседают на затравке, в точности повторяя ее форму и структуру. В результате из камеры непрерывно ползет новенькая труба с идеальной поверхностью.*

Еще в 1852 году немецкий химик Р. В. Бунзен, изучая вулканические газы, содержащие хлористый водород, упомянул о возможности переноса оксида железа в потоке этого газа. В 1889 году английскому ученому Л. Монду (основателю химической промышленности в Англии) удалось разрешить загадку, мучившую долгое время естествоиспытателей: в уличных газовых фонарях часто забивался красно-бурым порошком сетчатый колпачок, который перегораживал трубу в месте ее соединения с фонарем (чтобы пламя не распространялось по трубе). Колпачки то и дело приходилось менять. Странный порошок оказался окисью железа. Как он мог образоваться из горячего газа, с которым только и соприкасался

колпачок? Л. Монд установил, что железо переносилось со стенок труб окисью углерода, которая всегда присутствует в горючем газе. Прошло каких-то сто лет, и этот эффект один к одному использовали инженеры в разрабатываемой технологии добычи лунного железа (путем пропускания окиси углерода через шихту с последующим оседанием железа прямо на ленту транспортера). Журналисты тут же назвали эту идею смелой и необычной...

1.2.3. Классическим примером замены механической технологии химической может служить производство металлизированной ткани, являющейся пока единственным надежным средством борьбы со статическим электричеством (например, на нефтеналивных судах все канаты имеют металлические нити, брезентовые накидки армированы, в матросское белье добавлено около 1 процента хромоникелевого волокна). До последнего времени отдельные волокна покрывали металлической пленкой, а затем на обычных ткацких станках перерабатывали в ткань. Сейчас предложена новая технология: вводить металл с помощью транспортных реакций прямо в готовую ткань, перематывая ее с барабана на барабан.

### 1.3. ПРИСЫЛАЙТЕ АЛМАЗЫ И ЗАКАЗЫ — ФИРМА СДЕЛАЕТ!

1.3.1. Когда-то академик А. Я. Ферсман составил библиографию художественных произведений об алмазе — более тысячи романов, рассказов, пьес, поэм. Алмаз — узел и пружина драматических конфликтов: короли и пираты, нищие и миллионеры, скитальцы и дельцы, романтики и сыщики, кровь, пот и слезы... Бесконечная череда приключений сопровождает всю беспокойную «жизнь» алмаза. Бывает, что эта блестящая светская «жизнь» трагически заканчивается. Типичный пример описан в одном из номеров миланского журнала «Эуропео»\*. На выставке-аукционе в Женеве один из посетителей заинтересовался алмазом, выставленным для продажи. Осмотр, как и положено, происходил не только в присутствии экспертов и стражи, но и под внимательным взглядом директора фирмы. Обследовав драгоценность, посетитель положил ее назад, на бархатную подушку. Но тридцать секунд спустя заметили, что камень потускнел.левой рукой незнакомец на место алмаза положил точную копию из стекла. Была поднята тревога. Оставшихся в помещении обыскали, но алмаз так и не нашли. Впоследствии его, как предполагают, распилили на части, которые уже невозможно опознать.

Как этот «фокусник» распилил алмаз — неизвестно. Одно можно утверждать с абсолютной уверенностью: только не с помощью химического «фокуса», изобретенного в Института геологии Якутского

---

\* Знание — сила, 1981, № 8.—С. 40.

филиала СО АН СССР. Эта сенсационная новинка запатентована совсем недавно. Она широко не рекламировалась, поэтому мало кто знает о ней, кроме специалистов.

Сенсация, как это часто бывает, началась с парадокса. Алмазный резец отлично справляется с любыми твердыми материалами. С любыми, кроме... стали. Еще хуже — с мягким железом. Алмаз сразу тупится о железо! Факт этот был известен с начала промышленного применения алмазного инструмента (а еще точнее, с 1799 года, когда во Франции были проведены первые опыты). Но факт никого не заинтересовал. Было только установлено, что алмазный углерод растворялся в железе (а также в кобальте, никеле и платине), причем лучше всего этот процесс шел при температуре  $1000^{\circ}\text{C}$ .

Сенсации не было бы, если бы при исследовании проблемы происхождения алмаза якутские ученые не решили попробовать обратить вред в пользу. Железную пластинку положили на кристалл, который требовалось обработать, и нагрели до  $1000^{\circ}\text{C}$ . Пластина потонула в алмазе! Но по мере насыщения железа углеродом процесс растворения быстро замедлялся. Вот если бы постоянно удалять углерод из железа! Тогда процесс удалось бы сделать непрерывным. Значит, нужна тонкая пластинка, в которой углерод быстро бы доходил до верхней плоскости и куда-то удалялся. Куда и как?

Этот эффект на транспорт вещества нам уже хорошо знаком: если твердое вещество (углерод) соединить с газом (водород, углекислый газ, водяной пар), то образуется газообразный продукт (метан, окислы углерода). В этом вся сущность термохимического способа размерной обработки алмаза, больше ничего не требуется. Затраты на внедрение минимальны и сводятся к стоимости устройства для нагрева требуемого количества алмазов (скажем, 1000 алмазов за один прием!) в атмосфере газа-реагента. Скорость обработки, достигнутая в лабораторных опытах, — 0,3 мм в час, может быть значительно увеличена. Изготавливать можно волокна, фильеры шестерни и любые сложнопрофильные детали (например, подложки для интегральных схем). Надписи на алмазе сделать еще проще: типографским способом наносится рисунок из никеля, нагревается, и через 15 минут можете забирать свой алмаз с автографом!

Тут же может возникнуть вопрос: а нельзя ли сделать наоборот? Не растворять алмаз, а наращивать его. Да, такой эффект открыт членом-корреспондентом АН СССР Б. В. Дерягиным. В основе эффекта синтеза алмазов из углерод содержащих газов (например, метана) лежит та же транспортная реакция. Метан поставляет атомы углерода, которые оседают на затравочный кристалл не беспорядочно, а под действием поверхностных сил кристалла-затравки продолжают его атомную кладку. Затравка здесь вроде программы, образца для строительства.





1.3.2. При «механическом» подходе к решению изобретательских задач трудно получить хорошее решение. Примером неудачного решения задачи о зданиях, которые должны сами себя гасить при пожаре, может служить английский патент 2 136 687: предлагается делать стенки из керамических блоков, наполненных под давлением азотом или углекислотой. Предполагается, что при нагревании блоки будут растрескиваться, и струи инертного газа погасят огонь. А теперь представьте, что вы вбиваете в такую стенку гвоздь или кронштейн...

Типичный химический эффект — возможность хранения газов в химически связанном виде, а затем, в нужное время, их выделение. Так, вместо хранения кислорода в сжатом виде в баллоне, его можно «хранить», например, в перекиси водорода  $H_2O_2$ . В Рижском политехническом институте предложено хранить кислород в порошке из смеси солей и неорганических перекисей. При нагреве 100 граммов порошка выделяется более 40 литров газа. Этого вполне хватит для поддержания в течение нескольких часов дыхания человека в экстремальных условиях.

1.3.3. Интересен и такой химический эффект: многие газы и летучие органические жидкости (эфир, хлороформ, фреоны и т. д.) способны образовывать с водой так называемые газовые гидраты — твердые кристаллические вещества, напоминающие снег или рыхлый лед. Например, один кубометр гидрата содержит около 200 кубометров природного газа (такой гидратный лед можно поджечь на морозе и вскипятить воду). Даже такие газы, как водород и неон, сами по себе не образующие гидраты, удерживаются гидратами других газов в количествах значительно больших (водород — в 34, неон — в 220 раз), чем при обычном физиче-



ском растворении в жидкой воде. Условия образования газогидратов для разных газов различны и зависят от исходной температуры (чем выше температура, тем выше требуемое давление, степень сжатия). Так, например, метан при  $0^{\circ}\text{C}$  образует гидрат при давлении в 27 атм., а при  $-80^{\circ}\text{C}$  — в 1 атм.; пропану при  $0^{\circ}\text{C}$  требуется давление всего 1,8 атм., углекислому газу — 30 атм., кислороду — 125 атм. и т. д. Подсчитано, что природного газа в гидратном состоянии в виде белого порошка содержится в илах на дне морей в десятки раз больше учтенных запасов на суше. Это богатейший и пока нетронутый энергохимический резерв будущего.

Этот химэффект находит все большее практическое применение в технике.



Наиболее простое применение — хранение газов в гидратном состоянии (а. с. 270 641, пат. США 2 375 559, 2 356 407, 2 270 016, 3 217 505 и др.). В основе такого способа лежит свойство газов резко уменьшать свой объем при переходе в гидратное состояние. На один объем воды в гидрате приходится от 70 до 300 объемов газа в нормальном состоянии. Например, водород можно хранить в гидрате хлороформа: при нормальном давлении и температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$  один объем гидратного льда содержит 34 объема водорода.

На различии условий гидратообразования для разных газов основан способ разделения газовых смесей (пат. США 2 633 529, англ. пат. 568 290, 568 292 и др.), например, в патенте США 2 399 723 предложено разделять этан и водород. Особое значение в промышленности имеют гидратные методы выделения гелия из природных газов (а. с. 342 655, пат. США 3 097 924), а также извлечение из природных газов сероводорода и углекислого газа (а. с. 303 485, 368 773). Технология добычи некоторых руд связана с необходимостью удаления больших объемов вод, насыщенных сероводородом, — предложен способ очистки воды от сероводорода гидратным способом. Для подготовки газа к дальнему транспорту требуется удалить из него углеводородный конденсат, насыщенный тяжелыми (не образующими гидратов) и легкими углеводородами. Способ удаления последних — а. с. 293 835, 376 432. Для транспорта конденсата можно использовать давление, получаемое при разложении этих же гидратов (а. с. 237 770).

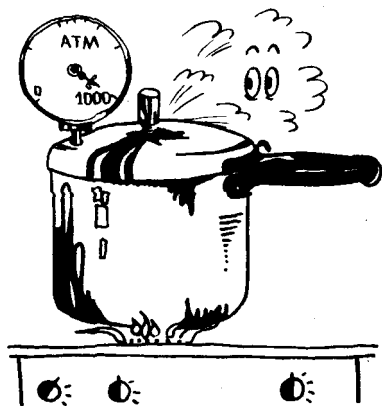
Снижение влагосодержания газа. При пониженных температурах газа для его осушки можно эффективно использовать процесс связы-

вания влаги в гидрат с последующим выводом образующегося гидрата. Осушка производится путем ввода противотоком в газовый поток при температуре гидратообразования влажных веществ, мелких капель воды или сжиженных газов. Например, если в туман или облако ввести мелкие капельки сжиженного газа, способного к образованию гидрата, то вокруг каждой капли образуется зона с резко пониженной температурой. В этих зонах происходит конденсация паров воды и образуются микрокристаллы гидрата. Давление паров воды за счет образования твердой фазы — гидрата — еще больше понижается. Идет интенсивное «перекачивание» влаги с жидких микрокапель на поверхность растущих кристаллов гидрата.

При разложении гидратов путем подогрева в замкнутом объеме давление можно повысить в сотни раз, то есть при переводе газов через гидратное состояние можно повышать их давление (например, а. с. 802 604). Так, при разложении гидрата этана, полученного при  $0^{\circ}\text{C}$  и давлении 520 кПа (5,5 атм.), и повышении температуры в замкнутом объеме до  $97^{\circ}\text{C}$  давление составит 4 000 000 кПа (более 4000 атм.).

Первый патент на опреснение воды гидратным способом получен в 1959 году (пат. США 2 904 511). Этот способ опреснения считается одним из наиболее перспективных. Общий принцип: при образовании газового гидрата из рассола извлекаются только молекулы воды, а соли остаются в растворе. Выделенный гидрат отмывается от рассола и разлагается на воду и газ. В качестве гидратообразователя используются различные углеводороды или фреоны.

Разложение гидрата путем понижения давления происходит с поглощением тепла (от 58 до 134 кДж/моль), что сопровождается значительным понижением температуры. Впервые кристаллогидратный способ получения холода описан в а. с. 355 459. В качестве гидратообразователя использован хлор. Гидратные установки энергетически выгоднее сорбционно-компрессионных. Модификации способа: а. с. 376 432, 452 726. В а. с. 1013 709 предложено «льдохранилище, содержащее корпус из теплоизоляционного материала, отличающееся тем, что с целью предотвращения загрязнения воды при размораживании льда в качестве теплоизоляционного материала используют искусственный нетоксичный тугоплавкий лед, получаемый из смеси воды с метаном».



При опреснении одновременно с извлечением чистой воды идет повышение концентрации рассола. Этот принцип используется для повышения концентрации растворов: получения концентрированного дейтерия (англ. пат. 1 113 215), концентрирования пищевых соков, паток, минеральных кислот и т. д. (пат. США 3 058 832).

Предложено использовать газогидраты в качестве своеобразного цемента при упрочнении гидротехнических сооружений (стенки каналов, основания плотин), а также для создания изолирующих экранов, непроницаемых для свободного газа, нефти, воды. Водонепроницаемость гидратов близка к глинам.

Разрабатываются и способы межконтинентального транспорта газа в гидратном состоянии в емкостях при небольшом давлении или по трубопроводам в контейнерах.

1.3.4. Главное свойство газов — «разлетаться» в свободном состоянии на отдельные атомы и молекулы — использовано в методе растворения в веществе сжатых газов. При сжатии газа (в условиях постоянной температуры) он становится все более сильным растворителем и наоборот — при снижении давления до некоторой величины газ уже не является растворителем, и из него выделяется все, что было растворено. Необычайна легкость 100-процентной регенерации растворителя. Кроме того, сжатые газы обладают селективными свойствами, то есть способны преимущественно растворять те или иные группы соединений. Например, сжатые углеводородные газы хорошо растворяют углеводороды и плохо их кислородные производные.

В технике явления растворимости веществ в газах встречаются в процессах очистки, осушки и конденсации газов под высоким давлением. При сжатии в компрессоре газ растворяет масло, применяемое для смазки машин. Известно, что сжатый водяной пар уносит с собой из паровых котлов соли в растворенном состоянии, которые затем выделяются на лопатках турбин.

В настоящее время газовые растворы интенсивно изучаются. Все потенциальные возможности сжатых газов как растворителей пока не ясны. Появляются патенты на проведение различных технологических процессов с их использованием: экстракция ланолина (ценное жировое вещество) при мойке овечьей шерсти, растительных масел из масличных семян и т. д.

#### 1.4. ТЕХНОЛОГИЯ — «ПЛЮС-МИНУС» ВОДОРОД

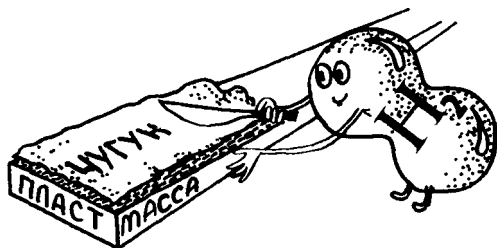
1.4.1. Водород — первый элемент вселенной — становится все более популярным в технике и химической технологии. Гидрирование веществ, то есть присоединение водорода, давно применяется для производства маргарина, аммиака, синтетических

горючих, полимеров. В последнее время резко возрос интерес к водороду как эффективному энергоаккумулирующему веществу.

Ресурсы водорода в природе практически неисчерпаемы, поэтому заманчиво использовать его в качестве экологически чистого источника энергии. Преимущества водорода перед ископаемыми видами топлива очевидны: теплота сгорания в 3 раза выше, чем у бензина, энергии для воспламенения требуется в 15 раз меньше, а скорость распространения фронта пламени в 8 раз больше.

1.4.2. Еще недавно у специалистов по трению и износу вызывало удивление загадочное явление «намазывания» закаленной стали на бронзовую втулку в узлах трения или чугуна (у колесных ободов вагонов), на пластмассовые тормозные колодки. Причина — водородный износ, разупрочнение металла при насыщении его водородом. Теперь это

«вредное» явление используют с пользой. Так, для облегчения резания легированной стали (а. с. 773 157) на ее поверхность воздействуют в присутствии меди водородсодержащими веществами — парами аммиака и воды, то есть обыкновенным нашатырным спиртом. В геттерных (вакуумных) водородных насосах откачивающее действие основано на поглощении газа металлом-геттером (а. с. 918 510).



При обработке металлов резанием используют также смазочно-охлаждающие жидкости с добавками полимеров. Под действием температуры полимерные молекулы разлагаются на углерод и водород. Углерод проникает в металл тем лучше, чем выше температура. При резании наиболее нагрета кромка инструмента — туда и устремляется углерод, упрочняя инструмент (цементация стали — известный процесс). Водород, напротив, лучше растворяется в холодных металлах: проникая в деталь, он разупрочняет верхний слой обрабатываемого металла.

При водородном износе особенно активен ион водорода (протон), его размер в 100 000 раз меньше, чем у ионов других элементов. Отсутствие электронной оболочки сильно облегчает взаимодействие протона с любыми молекулами. Образующиеся соединения разрушают связи, разупрочняют материалы. Как бороться с этим явлением?

Вспомним, что протон имеет положительный заряд. Если в узле трения обеспечить условия непрерывного (например, трибоэлектрического) образования положительного электрического потенциала на

защищаемой поверхности, то задача решается просто: в узел вводится вещество (например, пластмассовая деталь) с требуемыми свойствами.

«Вредные» свойства протона (иона водорода) нашли парадоксальное применение в новой отрасли науки и техники — ионике. Здесь все наоборот: в веществах, названных суперионными кристаллами (твердыми электролитами), носителями электричества являются не электроны, а протоны, то есть по проводам из таких материалов можно передавать протоны. Тогда в «приемнике» будут получать ионы водорода, которые соединившись с электронами, смогут образовать атомарный и далее молекулярный водород. Пока этот проект не осуществлен из-за невозможности получать достаточно длинные кристаллические нити, но уже появились первые сообщения о синтезе полимеров, обладающих протонной проводимостью при комнатной температуре («Химия и жизнь», 1986, № 6, с. 94).

1.4.3. Способность металлов поглощать водород — надежда конструкторов будущих экологически чистых «водородных» автомобилей. Экспериментальные модели поражают чистотой своего выхлопа. У водородного «Фольксвагена», занявшего первое место на международных сравнительных испытаниях, выхлопные газы оказались чище, чем всасываемый двигателем воздух. Особенно чувствителен к водороду титан и его сплавы. Например, один грамм титаномарганцевого сплава способен при давлении  $30 \text{ кг/см}^2$  поглотить  $185 \text{ см}^3$  водорода, при сбрасывании давления водород из сплава выделяется. Аналогичный эффект наблюдается у сплавов титана с железом и ванадием (а. с. 894 984), никелем и ванадием (а. с. 849 706).

Для хранения водорода предлагают также использовать аморфный кремний (заявка ФРГ 3 110 290), калий и его сплавы (пат. США 4 327 071), скандий, цирконий, иттрий и другие (а. с. 958 317). Наиболее емкими (от  $160$  до  $230 \text{ см}^3$  на один грамм гидрида) являются литий, кальций, скандий, титан, иттрий, цирконий. По степени объемного поглощения уникальным свойством обладает палладий — в одном объеме палладия при комнатной температуре растворяется 850 объемов водорода (в одном объеме воды — 0,02 объема водорода).

Объемное содержание водорода в гидридах металлов выше, чем в жидком водороде. При этом для зарядки гидридов не нужны низкие температуры и компрессоры высокого давления.

Выделяющийся водород особо чистый — три девятки после запятой, даже в том случае, если в гидриде аккумулировался баллонный водород с примесью кислорода, азота и влаги.

Тонкие (0,1 мм) пластины из палладия свободно пропускают водород. На этом эффекте основан промышленный способ очистки

водорода: газ пропускают под небольшим давлением через закрытые с одной стороны палладиевые трубки, очищая от примесей.

1.4.4. При насыщении металлов водородом изменяются их физические свойства. Прежде всего увеличивается объем и уменьшается удельный вес. В романе Б. Пруса «Кукла» описаны опыты знаменитого химика Берцелиуса с наводороживанием магния.

Он пытался получить слиток магния легче воздуха — летающий металл.

Хотя летающие металлы и не удалось получить, но эффект «разбухания» металла нашел применение в технике. Его используют, например, при соединении деталей из разнородных материалов, которые невозможно соединить пайкой или сваркой (вольфрам и алюминий, сталь и керамика и т. д.). Титан и его сплавы увеличивают объем при гидрировании на 20 процентов — в нужном месте деталь из такого сплава образует плотное соединение. В а. с. 1 030 542 предложен способ изоляции водопритока в скважину, по которому в пласт вводят сплав титана с железом и закачивают водород при температуре 100—200° С.

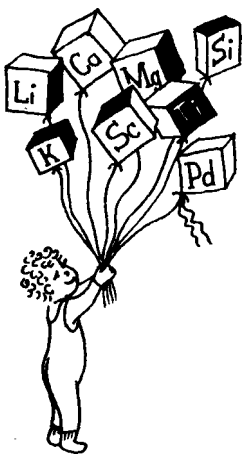
Разбухание металла начинается с поверхностных слоев, поэтому в нем возникают неравномерные механические напряжения, например: если палладиевую пластину, покрытую с одной стороны лаком, поместить в водородную среду — она изогнется, как биметаллическая пластина от нагревания. А если эту пластину использовать в качестве одного из электродов для получения водорода путем электролиза воды, то получится пульсирующий генератор водорода.

При пересыщении водородом металлы разрушаются в мельчайший порошок — без шаровых мельниц и прочей механики.

Гидрирование металлов изменяет и их электрические и магнитные свойства: увеличивается электропроводность, меняется в широких пределах магнитная проницаемость. Эти свойства можно использовать для контроля расхода водорода из гидридных аккумуляторов, индикации водорода (а. с. 1 024 816). Та же идея положена в основу быстродействующего датчика водорода в воздухе — водород изменяет сопротивление в палладиевом затворе канального пленочного транзистора («Техника и наука», 1985, № 9, с. 14).

Наводороживание поверхностей материалов расширяет область применения акустико-эмиссионного способа контроля качества различных материалов (а. с. 1 022 045).

1.4.5. Способность гидридов металлов поглощать водород при охлаждении и выделять при нагрева-



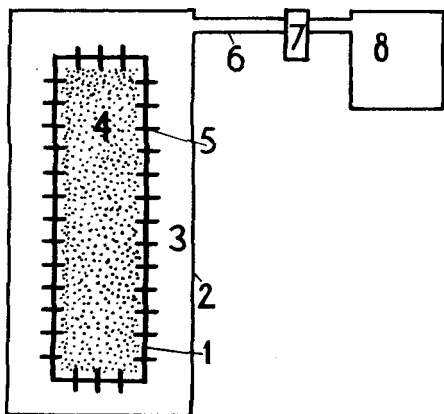
нии выгодно использовать там, где идут циклические или обратимые тепловые процессы.

Простота и высокая надежность системы гидридного охлаждения (нет ни одной механически движущейся части) привлекла специалистов НАСА (США), разработавших систему охлаждения космических летательных аппаратов. Использована смесь металлов (интерметаллид), поглощающая в больших количествах водород при комнатной температуре. Система работает непосредственно на солнечном тепле, без преобразования его в электричество. Предполагается применять подобные системы для охлаждения в компьютерах, автомобилях, самолетных двигателях, кондиционерах воздуха.

Принцип действия таких систем основан на совместном использовании двух свойств водорода: высокой теплопроводности и способности поглощаться гидридами (или выделяться из них). Представьте себе термос, между стенками которого глубокий вакуум, а на дне — горсть гидрида. Вакуум — отличный теплоизолятор, теплопередачи между стенками нет. Теперь, если немного нагреть гидрид, то выделившийся водород станет проводником тепла между стенками. Выключим нагрев, и водород полностью поглотится гидридом, восстановится вакуум. Внутри термоса может быть аккумулятор тепла или холода. Тепловой поток может идти в любую сторону — изнутри или внутрь из внешней среды (например, летом аккумулировать тепло, зимой — отдавать).

Нагревать или охлаждать гидрид (включать или выключать теплопроводность) можно принудительно (электронагрев) или за счет внешней среды (самоуправление). По энергоемкости водородные термосы в 20 раз превосходят электробатареи.

В устройстве для аккумуляции холода (а. с. 903 670), работающем по тому же принципу, резко снижена инерционность теплопередачи, при накоплении холода и отдаче его в охлаждаемую среду обеспечено длительное сохранение холода, имеется возможность регулирования расхода холода в широких пределах.



Устройство для аккумуляции холода (а. с. 903 670):

1, 2 — стенки герметичной емкости; 3 — полость; 4 — аккумулялирующее холод вещество; 5 — ребра теплообменника; 6 — трубопровод; 7 — регулирующее приспособление; 8 — камера с гидридом



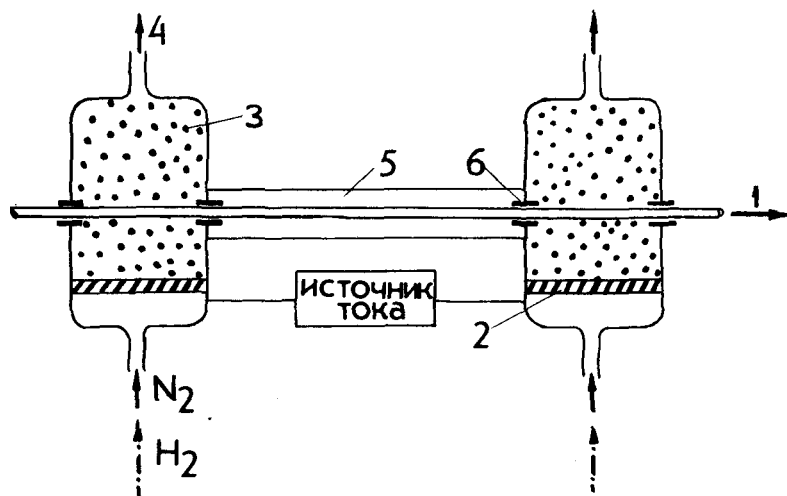
1.4.6. Еще в школьном курсе химии каждый изобретатель знакомился с главным свойством водорода — восстанавливать металлы из их окисей. Изобретения, основанные на этой способности водорода, поражают своей простотой — используется всегда один и тот же прием: если нужно получить чистый металл из его окиси, то обработай окись водородом. В новых изобретениях меняются лишь названия металлов и технологических процессов, где они используются. Впрочем, это несколько не смущает патентных экспертов, каждый раз они находят новизну. Вот несколько примеров.

Печь для археологов: для восстановления железных проржавевших изделий печь заполняют водородом и выдерживают в ней изделие при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ .

Способ получения пористых металлических материалов (пат. ПНР 128 096): порошок металла смешивают с порошком оксида того же или другого металла, прессуют заготовку требуемой формы и затем восстанавливают оксид водородом при нагревании.

Способ улучшения качества отливок из металлов (пат. ФРГ 1265 356): поверхность песчаной литейной формы и литниковой системы покрывают гидридом кальция, при контакте с заливаемым металлом выделяется водород, который тут же восстанавливает возникающие на поверхности отливки окисные пленки.

Способ восстановления окислившихся частиц меди в порошковом контакте установки для непрерывного отжига стальной проволоки (Астонский университет, Англия) путем периодической подачи



Установка для непрерывного отжига стальной проволоки:

1 — протягивание проволоки; 2 — пористая перегородка; 3 — частицы меди; 4 — на рециркуляцию; 5 — труба, заполненная инертным газом; 6 — уплотнители

в камеру небольших доз водорода. Пояснение: при больших скоростях подачи проволоки и больших величинах электрического тока (0,1—20 кА) не годятся угольные или металлические щетки (искрят и портят поверхность проволоки), поэтому щетки превратились в псевдожидкий слой медного порошка в камере, продуваемой азотом.

1.4.7. Из простейших безопасных способов получения водорода можно указать следующие:

— смесь порошков алюминия и каустической соды (1:2) плюс вода, выход — 1 м<sup>3</sup> водорода на 1 кг алюминия и 2 кг каустической соды;

— гидрид лития плюс вода, выход — 2,81 м<sup>3</sup> водорода на 1 кг гидрида;

— гидрид кальция плюс вода, выход — 1,06 м<sup>3</sup> водорода на 1 кг гидрида;

гидрокарбонат натрия плюс вода, выход — 2,38 м<sup>3</sup> на 1 кг гидрида.

## 1.5. ТЕПЛОВЫЕ КОНСЕРВЫ В ТЕХНИКЕ

1.5.1. *В химических соединениях можно хранить не только вещества, но и энергию, например тепловую.* Во многих технических системах используют тепловое поле — одно из самых распространенных и простых в применении. Физические структуры с тепловым полем имеют в ТРИЗ даже специальное название — тепполи.

Химики располагают большим числом веществ, способных выделять, поглощать, переносить или аккумулировать тепло. В связи с разработкой альтернативных источников энергии патентуются все новые и новые вещества, обладающие такими свойствами.

1.5.2. Есть большой класс энергоемких веществ, которые при химической реакции выделяют тепловую энергию. Они могут отдавать ее мгновенно или с регулируемой скоростью.

Для протекания реакции нужны, как правило, два компонента — горючее и окислитель. Примеры горючего: водород (1), метан (2), гидразин (3), гидридоалюминат лития (4). В качестве окислителя можно использовать фтор (5), кислород (6), перекись водорода (7), пентафторид хлора (8), пентаоксид азота (9) и другие вещества. Тепловыделение при взаимодействии (1) и (5) достигает 3265 ккал/кг, (2) и (5) — 2776 ккал/кг, (4) и (9) — 2936 ккал/кг.

1.5.3. Большой интерес представляют способы аккумуляции тепла. Сюда относят эндо- и экзотермические реакции, фазовые переходы, процессы растворения, адсорбции и т. д. Все они позволяют преобразовывать тепловую энергию в хими-

ческую и наоборот. Причем эти процессы могут быть многостадийными, дополнять друг друга.

Поглощать тепло и выделять его в нужное время и в нужном месте — разве не заманчиво использовать эти эффекты при решении технических задач?

В СССР разработан термохимический способ преобразования солнечной энергии: в реактор, нагреваемый сконцентрированными солнечными лучами, подаются метан и углекислый газ, которые в присутствии катализаторов превращаются в синтез-газ с поглощением теплоты. Затем синтез-газ сжигается в газотурбинной установке, отдавая запасенное тепло.

В качестве примера можно привести и способ превращения тепловой энергии в химически связанную (предложен в заявке ФРГ 2 950 251). Он основан на разложении метилового спирта при температуре 250° С на окись углерода и водород. При обратной реакции в присутствии катализатора выделяется тепло, затраченное на первоначальную реакцию разложения.

Подобный же процесс можно получить разложением сульфурита ( $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ) на двуокись серы и хлор (заявка ФРГ 2 944 926).

Во многих случаях достигается более высокая плотность накапливаемой энергии, чем в механических, водяных и свинцовых электрических аккумуляторах.

В Польше изобретен метод спасения терпящих кораблекрушение: если человек выпивает горячую жидкость, то он дольше держится на воде. Консервная банка с водой подогревается теплом, выделяющимся в ходе реакции между окисями кальция и алюминия, смешанными с водой («Советская Россия», 1984, 21 июля).

На способности солей кальция аккумулировать тепло основана разработанная в Швеции система теплоснабжения индивидуального дома («Техника и наука», 1985, № 5, с. 37). Летом с помощью солнечного коллектора тепло запасается в контейнере с запасом соли, а зимой при подаче небольших доз воды в контейнер тепло выделяется в ходе экзотермической реакции. Срок службы системы — 25 лет.

1.5.4. Разработаны дешевые и доступные легкоплавкие теплоаккумуляторы в смеси, сохраняющие свои свойства при многократном изменении фазового состояния (плавление — затвердевание). Среди них смеси на основе хлорида кальция с температурой плавления 29° С (заявки Японии 55-82182, 55-84386), гидрофосфата натрия, имеющего несколько точек фазовых переходов (заявка ФРГ 2 952 166), ксилита, плавящегося при температуре 94° С и выделяющего энергию 258 Дж/г при кристаллизации (патент США 4 295 517), гидратов солей (патент США 4 237 023) и многие другие.

Английскими специалистами создан тепловой аккумулятор «Термогель» (состав теплоаккумулирующих веществ не раскры-

вается), работающий на фазовом переходе: пересыщенный жидкий раствор — кристаллизация. Жидкость остается холодной до тех пор, пока в нее не введут микродозу активатора. Тут же начнется кристаллизация с активным выделением тепла. Пакет весом 0,5 кг греет 6 часов. За это время он отдает все запасенное тепло, раствор затвердевает. Для зарядки его надо снова нагреть, при этом вещество вновь становится жидким — его можно хранить очень долго без потерь энергии. Цикл «зарядка — разрядка» можно повторять сотни тысяч раз, так как в аккумуляторе нечему портиться («Социалистическая индустрия», 1985, 21 ноября).

Впрочем, английский «фирменный» секрет может оказаться секретом только для взрослых, забывших школьную химию. В «Клубе юный химик» («Химия и жизнь», 1978, № 7, с. 73—74) подробно рассказано об опыте, который каждый может проделать в домашних условиях: берется уксусно-кислый натрий (его получают из уксуса и пищевой соды) и нагревается до 58° С. При этом он плавится и остается жидким (остывая до комнатной температуры) неограниченное время. Для того чтобы вызвать кристаллизацию, в жидкость достаточно опустить маленький кристаллик той же соли. При кристаллизации выделяется запасенное тепло.

Опыт можно многократно повторять. Так что английский «Термогель» скорее всего является промышленной модификацией детского химического опыта.

Различные тепловые аккумуляторы получают широкое использование в быту. Например, для небольших теплиц за рубежом выпускаются аккумуляторы в виде двухлитровых коробок из черного полиэтилена, хорошо поглощающего солнечные лучи. Смесь солей в коробке плавится, запасая тепло, а при опускании температуры ниже 15° С затвердевает и медленно отдает тепло («Химия и жизнь», 1983, № 3, с. 19).

В Канаде предложено размещать тепловые аккумуляторы прямо в жилой комнате — совмещать их с мебелью, стенами и т. д. («Химия и жизнь», 1978, № 6). В качестве теплоаккумулирующих веществ используются серно-кислый натрий или эфиры стеариновой кислоты (температура плавления обоих веществ близка к комнатной: 25—35° С). Веществами лучше всего пропитать пористые материалы — тогда они не будут вытекать при расплавлении.

Еще дальше пошли американские химики — ими создана одежда из волокон, включающих особые пластинчатые кристаллы. Накоп-

ление и высвобождение тепла происходит при перестройке структуры кристаллов — в зависимости от колебаний температуры окружающей среды («Юный техник», 1985, № 10, с. 37),

1.5.5. В японской заявке 56-136872 для быстрого охлаждения выловленной рыбы предлагается использовать эффект охлаждения воды при растворении в ней гранулированной аммиачной селитры. Температуру в этом случае удается понизить до  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Но растворять азотное удобрение — не самый лучший способ получения эффекта одноразового охлаждения. Есть вещества, которые при растворении поглощают намного больше тепла. Например, хлорид серебра ( $-14,8$  ккал/г-моль) или хромпик ( $-16,7$  ккал/г-моль).

1.5.6. Название открытия № 267 выглядит для нехимика устрашающе непонятным: «Явление волновой локализации автотормозящих твердофазных реакций». Но сущность открытого явления проста и парадоксальна — найдены условия и подобраны вещества для бескислородного саморегулирующегося горения твердых веществ, при котором нет отходов горения (газов, дыма, пепла). Это и другие новые химические явления и эффекты открыты при разработке нового метода получения тугоплавких соединений и материалов, названного самораспространяющимся высокотемпературным синтезом (СВС).

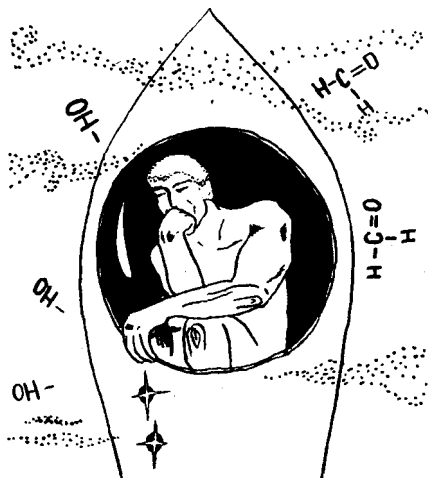
При безгазовом горении в качестве горючего используют металлы (титан, цирконий, гафний, ниобий, тантал и др.), в качестве окислителя — неметаллы (бор, углерод, кремний и др.). Смесь порошков прессуют в виде нужной детали и поджигают — по детали бежит тонкое ярко светящееся колечко (фронт волны горения). Скорость волны — несколько сантиметров в секунду. Волна доходит до противоположного края и деталь готова. В зоне горения развиваются очень высокие температуры (до  $4000^{\circ}\text{K}$ ). Преимущества новой технологии (не «плавить — отливать в форму — обрабатывать», а «сжигать детали») очевидны: незначительный подвод энергии извне, простота оборудования, быстрота процесса, большая производительность, чистота продуктов.

Главная особенность процесса СВС — это быстрый внутренний саморазогрев за счет высвобождения химической энергии (экзотермическая реакция). Уже изобретено свыше 200 способов получения соединений. Разработаны технологии «самовыпечки» изделий и машиностроительных деталей с заданным составом, определенной формы и размеров с нужными потребителю свойствами; технологии сварки несоединимых ранее материалов, таких, как пары графит — графит, графит — ниобий, молибден — нержавеющая сталь и т. д. Но это только начало. Открытие зарегистрировано в 1984 году (приоритет а. с. СССР 255 221 от 1967 года), но уже открыты и другие эффекты СВС: поверхностное и послойное горение,

автоколебательное и спиновое (вращающееся) горение, эффекты расщепления и отражения волн горения, волновое расслоение среды.

## 1.6. ФИРМЕННЫЕ СЕКРЕТЫ ШКОЛЬНОЙ ХИМИИ

1.6.1. В рассказе А. Азимова «Возьмите спичку...»\* сверхсветовой звездолет, совершивший прыжок через пространство тахионов, неожиданно для астронавтов «вынырнул» в плотном, густом как каша, газовой-пылевой облаке. Команда космического корабля оказывается в трудном положении: невозможно сориентироваться и нет никакой надежды заправиться межзвездным газом (водородом) для нового прыжка — пыль забьет все фильтры. Анализы забортной среды приводят астронавтов в уныние — приборы показывают мизерное содержание водорода и очень много каких-то гидроксидов и формальдегида. А вокруг, куда ни глянь — сплошная чернота, не видно ни единой звезды...



1.6.2. Соединить два вещества с целью... Эта формула довольно точно отражает смысл многих технических решений, основанных на химических эффектах.

Для контроля процесса изготовления зубчатых колес нужно периодически проверять точность соприкосновения поверхностей зубьев в паре работающих колес. Существует много способов контроля «по отпечатку» — одно из колес смазывают каким-либо веществом и по контактному пятну определяют площадь и форму поверхности соприкосновения. Большинство из этих методов малоэффективны — сухие или жидкие красящие составы расплавляются, осыпаются, не дают четкого пятна. Физические методы точны (например, напыление люминофора с последующим осмотром отпечатка в УФ-свете), но требуют дорогой и сложной аппаратуры. Идеальное вещество должно «содержать» в себе всю эту аппаратуру, то есть давать яркий и четкий отпечаток, быть доступным и дешевым. Например, это может быть пара химически активных по отношению друг к другу веществ, таких, как хлорид кобальта и вода (а. с. 796 641).

\* Знание — сила, 1981, № 1, — С. 45—47.

Их наносят на разные колеса и в месте контакта хлорид кобальта меняет свой цвет с голубого на ярко-красный. Таких веществ множество, часть из них (тот же хлорид кобальта) используется в занимательных опытах на уроках химии.

Изобретения, основанные на использовании пары реагирующих друг с другом веществ, можно найти в любом подклассе патентной информации. Причем чаще всего эти изобретения именуются способами, то есть изобретениями более высокого ранга, чем устройства и вещества. Вот лишь некоторые из них: а. с. 730 335 — способ консервации яиц (перекись водорода плюс окись кальция), а. с. 854 713 — способ металлизации древесины (двуокись азота плюс муравьино-кислая медь), а. с. 893 964 — способ получения пористых изделий из углерода (хлор плюс кремний), а. с. 894 020 — способ нанесения медных покрытий (хлор плюс медь), а. с. 920 422 — способ обнаружения утечки из изделий (целлюлозная пленка плюс активный газ).

Получаемые с помощью соединения двух активных веществ химические эффекты применяются не только в технике.

Грозное оружие жука-бомбардира, защищающее его от многочисленных врагов, действует на смеси перекиси водорода и гидрохинона. Оба вещества вырабатываются специальными железами и при угрозе нападения выпрыскиваются в «реакционную» камеру. Образуются бензохиноны (ядовитые вещества с сильным запахом) и кислород, который выбрасывает струю из «форсунки» брюшка. Эта реакция дает много тепла, температура струи 100° С. Скорострельность как у пулемета — 1000 выстрелов в минуту.

Даже простейшие манипуляции с химическими эффектами окутаны тайной и магией для непосвященных. «Чудодейственные» способности филиппинских врачей (хилеров), будто бы делающих операции без скальпеля, объясняются ловкостью рук и элементарными химическими знаниями: кокосовое масло, которым они смазывают операционное поле, смешиваясь с сортом одного им известного растения, дает кровавую окраску («Литературная газета», 1985, 30 января, с. 13). А вот как описывается в журнале «Шахматы» (1971, № 11, с. 19) жеребьевка на матче претенденток на звание чемпионки мира между Наной Александрией и Милункой Лазаревич в Голландии: «Здесь жеребьевка была проведена с помощью графинов и мензурок. Жидкость, которую налила Нана из графина в мензурку, окрасилась в черный цвет. Но повезло Милунке — ее мензурка после идентичной манипуляции осталась прозрачной, и первую партию ей «вылилось» играть белыми. Изобретателем новинки оказался главный врач фабрики медикаментов, которая финансировала проведение матча...»

Понятно, что для того, чтобы эффективно применять даже школьные химэффекты, их нужно знать. За незнание же часто приходится

расплачиваться — как тем астронавтам из рассказа А. Азимова. Кстати, спас их пассажир звездолета — школьный учитель, который должен был знать понемногу обо всем на свете, потому что ребята вечно задают вопросы и легко распознают липу. Он рассказал суперфизикам, что гидроксил и формальдегид — готовая горючая смесь, стоит немного сжать ее, как пойдет обычная экзотермическая реакция с выделением тепла.

Не выходит за рамки школьного курса химии и изобретение по а. с. 857 356, поданное читателям журнала «Изобретатель и рационализатор» (1983, № 2, с. 19) в несколько сенсационном духе: «впервые... чистый и экономичный... неисчерпаемые запасы...» Да, следует признать, что «химические» изобретения пока еще редки, экзотичны в массе «механофизических» изобретений. По подсчетам кандидата химических наук В. А. Михайлова, эти изобретения (вне самой химии) составляют менее 0,01 процента от общего количества изобретений в мировом патентном фонде.

Решение, предложенное в а. с. 857 356, близко к идеальному. Рассмотрим исходную ситуацию. В глубинах Черного моря содержится несколько миллиардов тонн серы высокой чистоты. Как их получить? Все способы выделения сероводорода из морской воды имели недостатки, главный из них — как поднять огромную массу воды из глубин и прогнать ее через химические установки, размещенные на добычном судне? Идеал — вода сама поднимается с глубины 260 метров. Так и сделали. Предложено поднимать сероводородную воду силой самого сероводорода: у нижнего торца трубы создают условия, при которых часть сероводорода выделяется в виде газа; газ замещает часть воды в трубе, отчего давление в ней становится меньше, чем снаружи; вода засасывается в трубу и газоводная смесь движется вверх (эрлифтный эффект). Но как заставить сероводород выделяться из воды в слое, находящемся под огромным гидростатическим давлением? Тут-то и применили химэффект. Известно, что сероводород плохо растворяется в воде, и держится-то он в мертвой глубинной зоне Черного моря в основном благодаря давлению. Какой показатель химического равновесия сдвинуть? Проще всего кислотность, поскольку сероводородная вода имеет слабокислую реакцию. Если еще немножко подкислить раствор, то газ «не захочет» в нем оставаться. Роль спускового крючка сыграл сухой лед (твердый углекислый газ), который при подаче в нижнюю часть трубы хорошо растворяется в воде с образованием угольной кислоты. Приведенное решение, конечно, не единственное. Равновесие можно сдвинуть и по другому показателю, да и подкислять можно иначе.

1.6.3. Разбор *типичной задачи*. В технологических процессах часто требуется использовать какой-либо газ со строго заданной влажностью. Но как гарантировать заданную влажность на входе в технологи-



ческую установку, если газ предварительно проходит долгий путь по трубопроводам?

Идеальный конечный результат (ИКР) задачи ясен: заданная влажность должна сама возникать непосредственно перед установкой. Но что такое влажность? Это молекулы воды, состоящие из водорода и кислорода. Значит, одно из возможных решений может быть таким: к газовому потоку заранее подмешать некоторую дозу водорода, а непосредственно перед установкой пропустить поток через оксид металла (например, оксид меди) при повышенной температуре. Тогда... (а. с. 882 928).

## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Автомобили непрерывно совершенствуются. Главная черта этих изменений — перевод подсистем автомобиля на самообслуживание и саморегулирование. Самоподкачивающиеся шины, самосмазывающиеся узлы и т. д. Аккумулятор — подсистема, которая не меняется десятилетиями. Что можно перевести в нем на режим «само...»? Начнем с малого — освободим автолюбителя от необходимости периодически доливать дистиллированную воду. Как это сделать? Нужен «вечный» аккумулятор.

Пояснение. Аккумулятор обычный, электролитический, его не надо менять. Для получения идеи решения достаточно иметь элементарные сведения о его работе.

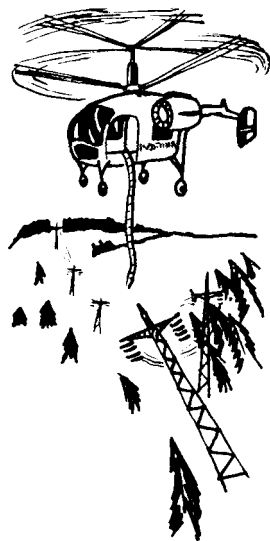
2. Проникая в стекло, водород изменяет его структуру. А это, как оказалось, может привести к затуханию световых волн в световодах оптических кабелей. Особая опасность грозит подводным кабелям: при коррозии стальных кабельных оболочек в морской воде образуется водород в достаточных концентрациях. Как предотвратить порчу световодов?

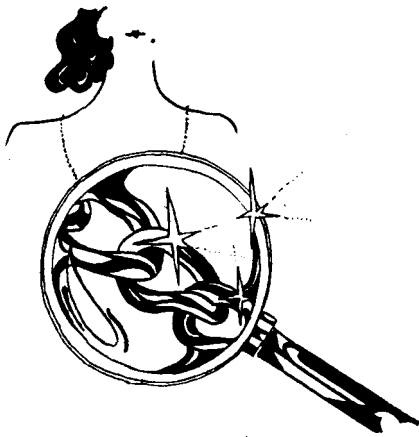
Пояснение. Специалисты столкнулись с этой проблемой совсем недавно (см. «Химия и жизнь», 1984, № 5, с. 25) и она не имеет пока «патентного» решения. Такое обоснованное решение потребует, по-видимому, специальных исследований. Но идею вы найти сможете.

3. При строительстве на вечной мерзлоте все сооружения ставят на сваи или опоры, забиваемые в мерзлоту, в том числе ЛЭП, нефтепроводы и другие линейно-протяженные сооружения. Большая часть сооружений располагается в труднодоступных и удаленных от населенных пунктов районах. Устойчивость этих сооружений зависит от глубины летнего оттаивания верхнего слоя грунта. В жаркие годы часто случаются аварии, поэтому опоры сооружений находятся под постоянным контролем. Патрульный вертолет зависает над очередной «точкой», а рабочий быстро спустившись по лестнице на землю со своим контрольно-измерительным «прибором» — заостренным стальным стержнем — быстро определяет глубину оттаивания.

Предложите простой способ, позволяющий экипажу вертолета, не приземляясь, определить — находится ли опора в аварийном состоянии.

Пояснение. Задача имеет несколько «физических» решений, но почти все они требуют источников электроэнергии, периодического осмотра аппаратуры и т. д. А превышение предельной глубины оттаивания, то есть аварийное состояние опоры, может наступить, допустим, один раз в 10 лет. Предложите простое и надежное «химическое» решение.





4. Автомат на ювелирной фабрике делает из золотой проволоки звенья и тут же сцепляет их между собой. Остается лишь соединить кончики проволоки в звеньях — и цепочка готова. Соединять концы надо сплошным золотым «мостиком» того же диаметра, что и проволока, то есть переход должен быть незаметен и прочен. Одно из решений было такое: цепочку окунают в ванну с горючим веществом, стряхивают излишки, в зазорах под действием капиллярных сил задерживаются капельки горючего вещества. Затем следует сильный разогрев в месте разрыва, вещество горит и заплывает концы. Но способ плохо «работает» на цепочках с размером звеньев менее 1—2 мм — горючее вещество задерживается не только между концами. Как быть?

**Пояснение.** Нет смысла модернизировать термитный способ сварки, поскольку возможность ошибки (капиллярного удерживания горячей смеси не в том месте, где надо) останется. Идеальное решение должно быть примерно таким: оба конца вырастают навстречу друг другу и прочно соединяются.

5. При разработке среднеазиатских месторождений природного газа, содержащего примесь сероводорода в 20—30 раз больше обычного, специалисты столкнулись с необычным явлением: одновременно на всех скважинах начались катастрофически частые обрывы обсадных труб буровых колонн, затем разрушение насосно-компрессорных труб и оборудования. В столь крупномасштабный брак стальных труб и деталей трудно было поверить. Начались тщательные исследования причин аварий. Первые же простейшие опыты потрясли очевидцев: вынутые из скважин трубы, не имеющие изъёнов и признаков коррозии, рассыпались при ударе на множество осколков, как стеклянные. Заключение специалистов гласило: химический состав материала труб отвечает ГОСТу. Результаты анализа условий производственной эксплуатации труб также были парадоксальны: чем прочнее сталь, тем быстрее она разрушается, чем ниже температура и давление (то есть чем мягче условия работы), тем быстрее разрушение...

Виновником аварий, как вы уже догадались, оказался водород. Радиус его атомов столь мал, что водород свободно проходит сквозь кристаллическую решетку металла, накапливается под большим давлением в местах границ зерен и микротрещинах. Металл распирается изнутри. Некоторые легирующие добавки растворяют водород лучше железа. Причем, чем ниже температура, тем лучше растворяется водород. Использование непроницаемых для водорода твердых (эмалевых, эпоксидных) и жидких (постоянно обновляемых) покрытий не дает радикальных результатов. Кроме того, технология покрытий сложна и неэкономична.

Две задачи (мини- и макси-задача) на выбор:

а) предложите промышленникам метод прогнозирования аварий — как определить срок службы труб и оборудования, чтобы вовремя сделать замену; б) предложите эффективный способ защиты металла от проникновения водорода внутрь.

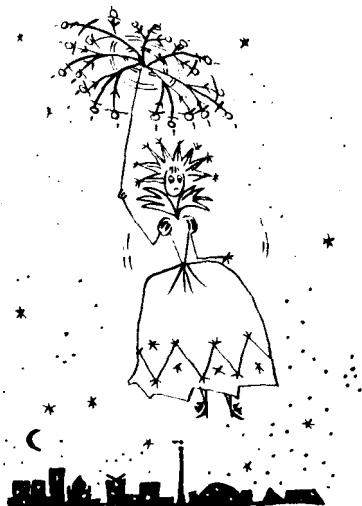
6. Эта задача напрямую не относится к тематике главы. Один из возможных ответов вы найдете в дальнейшем рассказе о химэффектах. Хотя, если подумать..., то одну-две идеи можно получить и на основе уже известных вам эффектов (или их сочетаний).

Итак, за всю историю Земли на ее поверхность не упали две одинаковые снежинки. Какое бы несметное количество их ни выпадало, все они различаются формой, размерами, деталями. Представим себе, что возник новый вид коллекционирования — собирание снежинок. Причем собирать нужно не фотографии (любой

уважающий себя коллекционер собирает только подлинники), а именно снежинки или, на худой конец, их точные слепки.

Коллекционеры, назовем их гляционистами, самозабвенно охотятся за необычайно красивой, вычисленной пока только теоретически, снежинкой — Снежной Королевой. Как помочь коллекционерам?

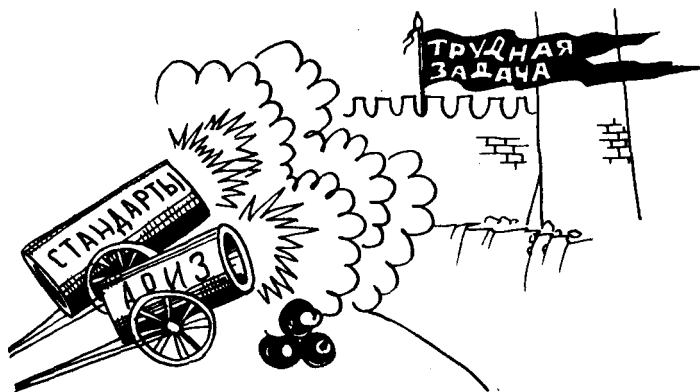
*Примечание к задачам этой главы и всех последующих:* есть задачи, которые решаются прямым применением эффекта или в две-три попытки. Все нормально, если на этом процесс решения задачи заканчивается (при наличии уверенности «попадания в цель»).



### Внимание!

Ни в коем случае не продолжайте перебор вариантов! Это значит, что вам попалась задача не в один ход или вы недостаточно полно усвоили химэффекты. Будет неплохо, если вы еще раз просмотрите прочитанное. Можно также обратиться к Указателю химэффектов в конце раздела.

Но есть и такие задачи, которые не имеют однозначного ответа или пока не решены. В этом случае требуется применение более «тяжелой артиллерии» — стандартов или АРИЗа.



## 2. АГЕНТ 000

### 2.1. ОКС + ИГЕН = ОКСИГЕН

Не ищите на картах Кикандон. Этот маленький городок на юге Франции существует только в повести Жюль Верна «Фантазия доктора Окса»\*. В сонный, захолустный Кикандон (население 2 393 человека) приезжают доктор Окс и его помощник Иген. Доктор неслыханно щедр: он берется построить городскую систему газового освещения. Прокладываются трубы, сооружается газовый завод. И в тишайшем Кикандоне происходят невероятные события. Чудовищно разрастаются овощи и фрукты. Появляются колоссальные цветы. Кошки, собаки, лошади непонятно почему проявляют буйную энергию. Наконец, сами кикандонцы, кроткие и флегматичные, превращаются в забияк, драчунов, дуэлянтов. Всеобщее возбуждение достигает такого накала, что Кикандон объявляет войну соседнему городу... А потом взрывается газовый завод — и мгновенно наступает успокоение. Оказывается, завод вырабатывал кислород и насыщал им атмосферу города, а Окс и Иген исследовали влияние кислорода («оксигенума») на людей, животных, растения...

### 2.2. КИСЛОРОДНЕЕ КИСЛОРОДА

2.2.1. Земля — «воздушная» планета. И неудивительно, что земная техника тоже «воздушная»: воздух используют в самых различных технологических процессах, прежде всего — в процессах горения и окисления. Но воздух, как известно, на  $\frac{4}{5}$  состоит из пассивного азота и лишь на  $\frac{1}{5}$  — из активного кислорода. Поэтому фантазия доктора Окса — подобно идеям многих других героев Жюль Верна — оказалась реальным техническим предвидением: должно было наступить время, когда для увеличения мощности и производительности «технических организмов» потребовалась искусственная атмосфера с более высоким содержанием кислорода. Повесть Жюль Верна была опубликована в 1874 году, а с начала двадцатого века все чаще и чаще патентуются *решения, основанные на увеличении содержания кислорода в воздухе, используемом для технических целей*. Это стало одной из главных тенденций в развитии современной техники.

2.2.2. Типичный пример: для интенсификации горения при обжиге и спекании дисперсного материала предложено применять воздух, обогащенный кислородом (а. с. 254 536). Естественно, следующим шагом является переход к чистому кислороду. А. с. 185 418: плазменно-дуговую резку нержавеющей сталей

---

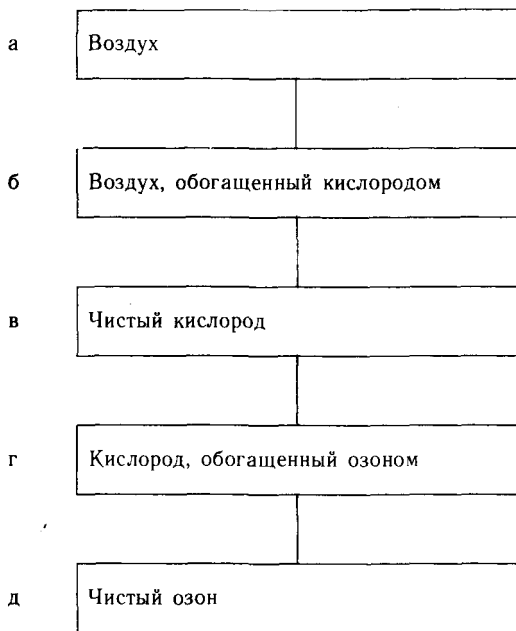
\* Верн Ж. Собр. соч. Т. 12.—М., 1957.

ведут (для повышения качества и производительности) в чистом кислороде.

Закономерный вопрос: а что дальше? Что может быть «кислороднее кислорода»?

2.2.3. Молекула кислорода состоит из двух атомов. «Кислороднее кислорода» — озон, молекула которого построена из трех кислородных атомов. Вслед за применением кислорода начинается полоса технических решений, основанных на использовании озона. Примеры: обработка питательной воды энергетических установок кислородно-озонной смесью (а. с. 771 026), окисление озоном при химическом анализе металлоорганических примесей (а. с. 792 095).

2.2.4. Итак, логику развития технических систем, использующих кислород, можно представить схемой:



Линия «а — д» отражает общую тенденцию развития техники — переход ко все более сильным окислителям. В терминах ТРИЗ это принцип (или цепь приемов). «Остановки» на линии — структуры, формы используемого вещества. Это область химии, в частности, физической химии. На каждом уровне существуют боковые ответвления, боковые линии. Это уже сфера действия физики — физические эффекты. В воздухе только 21 процент кислорода, но активность воздуха можно повысить ионизацией.

В чистом кислороде «только» 100 процентов кислорода, активность его можно повысить дроблением кислородных молекул, переходом к атомарному кислороду.

### 2.3. ЩИТ И МЕЧ

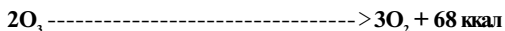
2.3.1. Озон, замыкающий цепь «а — д», очень сильный окислитель. Есть, правда, окислители еще более сильные — фтор, нестабильные радикалы. Но озон можно получить прямо из воздуха — самого доступного сырья. В этом его принципиальное преимущество.

Воздух и коронный разряд — вот все, что нужно для получения озона. Современное мировое промышленное производство озона составляет около 500 тонн в сутки. В лабораторных условиях используют и другие способы получения озона: радиоактивное излучение, электронную бомбардировку кислорода (пат. США 4 095 115), фотохимические реакции (заявка Японии 51-77432), электролиз воды (пат. Австрии 293 295, европейская заявка 0 068 522, заявка Японии 56-45806), СВЧ-излучение (а. с. 874 603).

Для производства озона в особо больших количествах (прогноз на конец двадцатого века) коронный электрический разряд не подходит — низкий энергетический выход. Поэтому особое внимание уделяется разработке более экономичных способов с использованием радиоактивного излучения — радиоизотопного и хемоядерного. Например, способ массового производства озона из жидкого кислорода (заявка ФРГ 2 659 702). В США существуют проекты хемоядерного реактора на 420 тонн озона в сутки с использованием отходов АЭС и небольших установок на изотопах (1 т/сут).

Использование изотопов выгодно и для озонирования малыми дозами больших объемов воздуха — не требуется обеспыливание и осушка воздуха как в электроозонаторах. Такой способ разработан, например, для обработки воздуха овощехранилищ («Техника и наука», 1983, № 11, с. 11).

2.3.2. Критическая температура озона — 12° С (для сравнения: критическая температура кислорода — 118°С). Жидкий озон — при умеренном давлении — можно без потерь хранить в обычном холодильнике. Возможность весьма заманчивая, но пока нереализуемая. Дело в том, что озон неустойчив и легко разлагается с выделением большого количества тепла:



Считается, что устойчива лишь кислородно-озонная смесь, содержащая не более 20 процентов озона. Впрочем, совсем недавно в учебниках химии писали, что перекись водорода (тоже сильный окислитель) уже при концентрации в 60—70 процентов становится опаснее гремучей ртути. Но когда промышленности потребовалось в больших

количествах получать и хранить высококонцентрированную перекись водорода, без особых трудностей удалось найти условия, обеспечивающие ее стабильность. Наверное, так будет и с озоном. Научимся хранить чистый сжиженный озон — и уйдут в прошлое тяжелые стальные баллоны для сжатого кислорода и громоздкие сосуды Дьюара, из которых непрерывно испаряется жидкий кислород.

А пока сжиженный озон хранят и перевозят в виде раствора во фреоне (пат. Франции 1344 944) или «в паре» с адсорбентами — цеолитом (пат. США 3 006 156), силикагелем (пат. США 3 514 963).

2.3.3. Как «у природы нет плохой погоды», так и у химических веществ нет плохих свойств. Все зависит от того, как использовать то или иное свойство. Может оказаться полезной и способность озона легко разлагаться с выделением большого количества тепла.

В горной технике применяют оксиликвит — взрывчатое вещество (ВВ), состоящее из угольного порошка и жидкого кислорода. Аналогичное и притом значительно мощное ВВ (его следовало бы назвать озоксиликом) возможно и на основе жидкого озона. Пока такое ВВ существует только на бумаге — в экзотическом аргентинском патенте, выданном еще в 1916 году. Но «пиротехнические способности» кислородно-озонных смесей уже используют на практике. Так, по а. с. 332 959 производительность газокислородной резки повышают подачей озонированного кислорода.

## 2.4. с ПРАВОМ НА УБИЙСТВО...

2.4.1. Интенсификация процессов горения — завтрашняя специальность озона. Сегодня озон применяют главным образом в процессах окисления, то есть того же горения, но только «тихого».

У «тихого» горения свои преимущества. Можно, например, получить свет без пламени — это явление называется хемиллюминесценцией. Известны десятки веществ, способных светиться при смешивании с озоном. Прежде всего к таким веществам относится этилен — дешевый и доступный газ. Возникновение свечения при смешивании озона с этиленом открывает ряд интереснейших изобретательских возможностей...

2.4.2. Знаменитый Джеймс Бонд, как известно, был агентом 007, нули перед семеркой означали, что агент имел право на убийство. Кодовое обозначение (то есть химическая формула) озона грознее — 000 (или O-O-O, или O<sub>3</sub>). Озон — агент с «правом на массовое убийство»... бактерий и всевозможных вредных примесей.

Это ценнейшее свойство озона используют, прежде всего, для очистки воды. Построено свыше тысячи станций для озонирования питьевой воды (наиболее крупные — во Франции, СССР,

Канаде). Озон не только обеззараживает воду, но и обесцвечивает ее, устраняет посторонние запахи и привкусы (а. с. 785 212, пат. Франции 1 112 378, пат. США 3 685 656 и др.). Обработанная озоном вода по качеству близка к родниковой.

2.4.3. Особое значение имеет использование озона при очистке сточных вод, например, от нефтепродуктов (а. с. 513 013 и др.), поверхностно-активных веществ (а. с. 607 785), цианидов (а. с. 592 761), органических примесей (а. с. 718 376), фенолов (заявка Франции 2 267 985), гидразина (заявка ФРГ 1517 634)... Практически все классы органических соединений искусственного и естественного происхождения реагируют с озоном.

2.4.4. Бактерицидные свойства «агента 000» позволяют очищать воздух, консервировать овощи (а. с. 829 484, 934 994), фрукты (а. с. 923 505), зерно (а. с. 718 072), стерилизовать жидкости (а. с. 1 007 678) и т. д. Озон — экологически безопасный стерилизатор, при его использовании не образуются вредные газовые выбросы (при условии, что сам озон полностью расходуется в реакциях). Вообще, сильное биологическое действие озона (и продуктов его распада) может быть широко использовано для активации или подавления биопроцессов. Примеры: борьба с обрастанием подводной части судна (а. с. 413 664), активизация яиц ракообразных (а. с. 712 065), улучшение хлебопекарных свойств муки (а. с. 839 462), активизация семян зерновых культур перед посевом (а. с. 718 033), обработка почвы с одновременной интенсификацией роста растений (а. с. 917 760). По способу очистки подводной поверхности корпуса судна от обрастаний (а. с. 887355) предлагается подавать озон в прилегающий к корпусу слой воды и одновременно воздействовать ультразвуком. Озон используется даже для повышения качества икры рыб — ее обеззараживания и обесклеивания (а. с. 1 009 358).

Американские исследователи испытали действие озона на клетки опухолей, при этом рост клеток тормозился. Ученые считают возможным использовать этот метод (один или в сочетании с другими методами) для лечения рака легких.

В 70-е годы страницы многих журналов облетела сенсационная фотография: обыкновенный лабораторный стакан, прозрачная жидкость, а на дне — живая белая мышка с привязанной к хвосту гирькой. Подпись гласила, что длительное пребывание мышки в стакане не принесло ей никакого вреда.

Эта жидкость — фторуглерод (фреон), хорошо растворяющий кислород (и все его производные). Фторуглероды оказались совершенно безвредными для человека. Фреоново-кислородным «коктейлем» можно заменить часть крови человека (впервые этот опыт проделал на себе японский врач Р. Наито). Аналогично «озонная кровь» (концентрат озона) может быть использована в промышлен-



ности. Так, по патенту США 3 781 200 озоном насыщают тяжелый фреон (температура испарения 28° С) и вводят его в сточную воду. Об опытах по озонированию (малыми дозами  $O_3$ ) крови человека при переливании (происходит активация эритроцитов) сообщила газета «Социалистическая индустрия» (1984, 22 марта).

Следует помнить, что озон, как и любое другое биоактивное вещество, полезен только в определенных (очень малых) концентрациях. Повышение содержания озона выше предельно допустимой нормы становится опасным для живых организмов. Они начинают защищаться от озона, применяя внешние или выделяя собственные антиозонанты (вещества, поглощающие или связывающие озон). Особенно это заметно перед грозой: насекомые скапливаются в тонком (40—60 см) слое воздуха над водой (вода хорошо поглощает озон), на длинных усах пшеницы выделяются капли влаги, все растения усиленно благоухают (душистые вещества — хорошие антиозонанты), воробьи купаются в пыли, хвоя сосен настолько сильно выделяет влагу, что в лесу может выпасть подобие дождя при ясном небе.

Таким же образом, кстати, решена и проблема «Озонной усталости» (разрушения) полимерных деталей высотных самолетов — в них вводят добавки-антиозонанты.

Еще раз напомним, что планета наша «воздушная», а не «кислородная» и тем более не «озонная». Сильные окислители нужны технике, но не нам с вами. Раз они сильные, то и использовать их надо в малых дозах, в идеале — совсем чуть-чуть, не превышая естественного природного фона. Там, где требуются большие дозы озона, необходимо обеспечить условия для его разложения перед выбросом в атмосферу (например, по а. с. 895 923).

Органы обоняния человека очень чувствительны, и мы безошибочно определяем отклонения от нормы в чистоте воздуха. Нам приятен запах свежего воздуха, но что это такое — свежий воздух, — физическая или субъективная характеристика? Казалось бы, абсолютно чистый воздух должен быть свежим. Но это не так, чистый воздух ничем не пахнет (так же и дистиллированная вода безвкусна). Только недавно установлены условия, при которых в воздухе всегда явно ощущается запах свежести — слабое радиоактивное облучение (близкое по интенсивности к природному фону).

Стало ясно, что главным действующим на обоняние химическим агентом оказался озон, а также окислы азота и ионы кислорода. В зависимости от соотношения этих веществ можно вызвать запах зелени, свежих фруктов, талого снега и т. д. Где можно использовать этот химический эффект с таким тонким физиологическим воздействием?

Одно из эффективных применений свежести уже нашли американские промышленники: в США запатентована смесь веществ,

придающих одежде запах свежего воздуха (пат. США 4 434 086). Почти ничего, один только запах, а товар стал намного привлекательнее. Уловка почти по Насреддину, помните? — Подержав над жарившимся мясом кусок хлеба, дав ему пропитаться запахом, он «заплатил» за это звоном монет. Только здесь совсем наоборот...

## 2.5. РАБОЧИЕ ПРОФЕССИИ ОЗОНА

2.5.1. В химической промышленности озон позволяет интенсифицировать многие процессы, например получение кислот: фталиевой (а. с. 240 700), глиоксалевой (а. с. 235 759), глутаминовой (пат. США 2 833 786) и других. В промышленном масштабе применяется окисление метана озоном до формальдегида. Озон используется также в способах получения: гормонов (пат. США 2575 350), альдегидов (пат. ФРГ 88 901), сульфатов (а. с. 350 752), окисей аминов (англ. пат. 437 566), сульфата окиси железа (а. с. 715 483), высших жирных спиртов (а. с. 497 276) и многих других веществ.

При обычной температуре большинство металлов окисляется озоном. Серебро чернеет в воздухе, содержащем озон, с ртутью он образует окись. Озон способен образовывать озониды щелочных металлов, из которых известнее других озониды калия и аммония (используются для обеспечения жизнедеятельности замкнутого цикла, регенерации воздуха). Озониды имеют красный цвет и парамагниты. На основе реакции озона с гидроокисью никеля и щелочными металлами разработана технология изготовления химических источников тока повышенной емкости (европейская заявка 0 057 783).

2.5.2. Впервые озон был обнаружен в 1785 году Ван-Марумом по характерному запаху и окислительным свойствам, которые приобретает воздух после пропускания через него электрических искр. Ван-Марум приписал эти свойства «электрической материи». В 1840 году Шенбейн сопоставил изменение свойств кислорода при пропускании через электрический заряд и при электрохимическом выделении и объяснил эти изменения образованием особого газа, который он назвал «озон» (от греч. пахну). Позже Мариньяк и де ля Рив показали, что озон является видоизменением кислорода («Краткая химическая энциклопедия»).

Если «колыбелью» озона был химический анализ, а «очагом», откуда началось его распространение,— химическая промышленность, то нынешнее «поле деятельности» озона трудно обозримо. Он все шире и шире захватывает различные отрасли промышленности, техники и сельского хозяйства.

В *целлюлозно-бумажной промышленности* разрабатываются новые технологические процессы с использованием  $O_2$  и  $O_3$ : варка

целлюлозы, обработка древесной массы озоном без варки для выработки газетной бумаги, отбелка целлюлозы, обработка отходов, очистка сточных вод и газовых выбросов.

В *промышленном птицеводстве* озон используется для санитарной обработки зерна и кормов, в инкубации яиц — для стимуляции эмбрионального развития и дезинфекции, для санации воздуха в птичниках, профилактики заболеваний, консервирования трав.

В *пищевой промышленности* озон применяют в холодильниках-хранилищах для торможения образования плесени и бактерий. Концентрации от 1 до 3 мг озона на один кубометр воздуха достаточно для хранения яиц, мяса, овощей и фруктов.

Озон хорошо *окисляет* красящие вещества и потому *отбеливает* воск, масло, хлопок.

*Воздействие озона на поверхность различных веществ* позволяет создавать оксидные пленки, ускоряет сушку лаков и красок, устраняет электростатические заряды.

*Окислительные свойства озона* используются для обезвреживания пульпы (а. с. 385 621), получения ферритов (а. с. 261 859), в способе газокислородной резки (а. с. 332 959), при продувке жидкой стали в конверторах (а. с. 312 880), в качестве окислителя в ракетном топливе (пат. США 2 704 274), для окисления выхлопных газов автомобилей (а. с. 791 819).

Металлоорганические примеси в воздухе — одни из самых вредных и трудноопределимых обычным химическим анализом. Предложено поступать следующим образом: пробу воздуха смешивают с озоном, примеси окисляются и приобретают электрический заряд. Заряженные частицы становятся ядрами конденсации, на них оседают частицы воды, укрупняя и «проявляя» их (а. с. 792 095).

2.5.3. Боковые ответвления на линии «а — д» (см. схему на с. 125) не показаны по простой причине: и кислород, и озон хорошо сочетаются со многими физическими и химическими эффектами. Области совместного (двойного, тройного и т. д.) применения этих эффектов могут быть самыми разнообразными — они зависят от хода решения конкретной изобретательской задачи.

Остановимся пока на эффектах, которые содействуют процессу озонирования, помогают максимально реализовать окислительный потенциал озона. Цель применения эффектов — *катализировать* (ускорить, улучшить) процесс. Причем установлено, что действие всех катализаторов озона основано на одном и том же механизме — быстром распаде озона (чтобы его молекула не успела вступить в реакцию) с образованием гидроксильных радикалов. Гидроксильный радикал, который по величине окислительного потенциала уступает только атомарному фтору, еще быстрее вступает в реакции, чем молекулярный озон.

Таким катализатором являются, в первую очередь, ОН-ионы, то есть щелочная среда. Проще говоря, озон действует в несколько раз лучше в жидкости, если в нее добавлена щелочь. В нейтральных и кислых средах, а также при реакциях с газами и твердыми веществами нужны другие катализаторы. Примеры: кавитация, вызываемая ультразвуком (пат. США 4 003 832) или специальным ротором (а. с. 223 642), УФ-свет (заявка Японии 43-6714, заявка Франции 2 167 782), электрическое поле (а. с. 802 196), электромагнитное поле или рентгеновские лучи (заявка Франции 2 162 239). Это все физические воздействия, а вот примеры применения химических веществ, ускоряющих процесс озонирования: окислы марганца, железа, никеля, меди (пат. США 4 007 118), окислы азота фосген, хлор, перекись водорода, соединения фосфора (пат. США 3 505 213), соединения брома (пат. ФРГ 2 450 731), соединения фтора и йода (пат. США 2 771 416), окись алюминия (заявка Франции 2 432 483).

2.5.4. Существует множество цветных реакций озона. Многие вещества, например: фуксин, флуоресцеин, о-толуидин, индигокармин и т. д., изменяют цвет, реагируя с озоном. Например, раствор йодистого калия из бесцветного меняет цвет от розового до бордового в зависимости от количества озона, пропущенного через раствор (распространенный метод определения концентрации озона в газе). По патенту ФРГ 1 262 638 предложен способ определения озона по цветной реакции с сульфопфталеином.

2.5.5. О хемилюминесцентной реакции озона с этиленом уже говорилось (2.4.1). Среди других 40 веществ, которые флуоресцируют при наличии озона в воздухе, можно назвать родамин, эозин, феносафранин, рибофлавин, эйхрозин. Часть из них используется в быстрых анализаторах атмосферного озона (например, пат. США 4 232 225). Хемилюминесценция может быть и в ультрафиолетовой области спектра. Так, при озонировании сульфидов наблюдается излучение в полосе 275—340 нм.

Для определения наличия озона в газах и атмосфере могут быть использованы и другие физико-химические свойства озона: магнитная восприимчивость (в 5-Ю<sup>4</sup> раз меньше, чем у кислорода), способность озона изменять проводимость некоторых кристаллов (пат. США 4 240 799), поглощение света в интервале 550—610 нм (эффект Шаппю). Кстати, эффектом Шаппю объясняется такое природное явление: при заходе Солнца за горизонт на противоположной стороне небосвода наблюдается серовато-синяя граница земной тени.

Озон «виноват» еще в одном загадочном природном явлении — шаровых молниях. Дело в том, что статистический анализ шаровых молний показал: только 20 процентов их образуется при вспышках линейных молний, а все остальные появляются над промышленными

городами и при ясной погоде. Типичный случай произошел в Петро- заводске 20 сентября 1977 года в 4 часа утра. На темном небе вспыхнула огромная пульсирующая «звезда», испускавшая на землю снопы света. «Звезда» перемещалась над городом, а затем рассеялась над Онежским озером. В это время в воздухе резко запахло озоном. Ученые объясняют это хемилюминесцентным свечением примесей озона, окислов азота и загрязнений, которые вступают в реакции под действием космических лучей. Недавно эту гипотезу подтвердили теплофизики: построена модель и рассчитаны параметры шаровой молнии, «работающей» на смеси древесно-угольной пыли и озона («Доклады АН СССР», 1985, т. 283, № 2, с. 361). Экзотический озониквит (3.3) все же нашел свое применение...

2.5.6. Разбор *типичной задачи*. Фабрика выпускает маленькие сувенирные самовары. Каждый самовар нужно проверить — нет ли где-нибудь течи. Необходимо простой, дешевый, надежный способ контроля. Ваше предложение?

Прежде всего по правилам ГРИЗ сформируем идеальный конечный результат: внешняя среда должна сама обнаружить отверстия в самоваре. Выгодно использовать ту внешнюю среду, которая уже есть, то есть воздух. Правда, воздух никак не реагирует на отверстия в корпусе самовара. Но воздух можно превратить в воздушно-озонную смесь. Задача резко упрощается: как обнаружить озон, выходящий из отверстия в корпусе самовара? Проблемы нет, надо использовать хемилюминесценцию. Ответ: для контроля герметичности сосудов сложной формы предложено заполнять сосуды воздушно-озонной смесью и помещать в камеру с этиленом: дырки, если они есть, сразу начнут светиться (а. с. 807 098).



## 2.6. ПРОДОЛЖЕНИЕ СЛЕДУЕТ...

2.6.1. Открытие озона было вторым и, как оказалось, не последним актом в истории кислорода. Этот удивительный газ, без которого мы жить не можем, еще далеко не полностью изучен.

Только в последние годы открыты (хотя они теоретически «существовали» и раньше) несколько модификаций кислорода — еще более активных, чем озон, — например, супероксид и синглетный кислород. Линия «а — д» (см. схему на с. 125) может быть продолжена.

Супероксид — сверхокись кислорода, молекула которого содержит лишний электрон. Забирая у окисляемого вещества, например металла, один электрон, кислород превращается в анион-радикал. А радикалы — самые сильные окислители. Поэтому, не успев

образоваться, они тут же вступают в реакцию. Отсюда и вытекает единственно возможный (и довольно простой) способ получения супероксида — путем пропускания электрического тока через неводный раствор окисляемого вещества. Уже разработаны способы обезвреживания особо ядовитых хлорированных углеводородов, которые заменят дорогостоящие захоронения в грунт. Супероксид участвует также и в биохимических процессах: окислительном разрушении токсичных веществ в печени и в образовании коллагена при заживлении ран.

Объяснить, что такое синглетный кислород труднее... Вот пояснение из научно-популярного (!) журнала: «Обычный кислород — триплетный. Молекулярный кислород содержит два неспаренных электрона, тогда как в синглетном, более богатом энергией кислороде, спины этих двух электронов антипараллельны (спарены)\*. В общем, возбужденное состояние (синглетное) приобретает кислородом при поглощении энергии. Синглетный кислород — крайне реакционноспособный, он мгновенно передает свое возбуждение (энергию) встретившимся атомам и молекулам, излучает свет (хемилюминесценция). Как его получают? Существует несколько физических и химических способов. К физическим относятся, прежде всего, фотооксигенация — облучение вольфрамовыми лампами реактива с романтическим названием «бенгальская роза» в присутствии кислорода; фотолиз озона — разложение озона УФ-светом; облучение кислорода ИК-светом в присутствии фотосенсибилизаторов. Самый производительный метод — СВЧ-разряд (разряд Ноксона) в потоке кислорода — позволяет получать до 10 процентов синглетного кислорода в смеси с озоном. К химическим методам относятся: разложение перекиси водорода, разложение озонидов и фотоокисленных углеводородов. На химическом способе основана работа генератора сухого синглетного кислорода (пат. США 4 342 116).

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

7. Известен способ получения сульфата окиси железа путем окисления закиси железа воздухом. Спрогнозируйте следующее изобретение.

8. При производстве сыра рассол быстро приобретает неприятный вкус и запах, приходится выливать рассол. Ваше предложение?

9. А теперь задача потруднее. Пусть вас не смущают химические термины, задача — логическая. В мокрых золоуловителях котлов образуется раствор кальциевой соли сернистой кислоты — сульфит кальция. Сульфит плохо растворяется в воде. Образуются отложения, золоуловитель приходится ремонтировать. Ваше предложение?

10. В электромагнитных полях силовых кабелей и других электрических устройств образуется озон, разрушающий полимерные диэлектрики. Как бороться

---

\* Химия и жизнь, 1980, № 10.— С. 29.

с «озонной коррозией»? Даже частичное решение этой задачи имеет большое народно-хозяйственное значение.

11. На высоте 25—30 км расположен природный слой озона, образовавшегося под действием ультрафиолетового излучения Солнца. Слой этот защищает биосферу от жесткой ультрафиолетовой радиации: жизнь на Земле возможна только благодаря озонному «щиту». Однако в последние годы возникли серьезные опасения за судьбу «щита»: увеличивается содержание окиси азота, поступающей в атмосферу с выхлопными газами реактивных самолетов, растет количество фторуглеродов, выбрасываемых в воздух холодильной промышленностью и бытовыми аэрозольными приборами. Окись азота и фторуглероды вступают в реакцию с озоном, постепенно разредая озонный «щит». Отсюда интересная и перспективная техническая задача: как обеспечить стабильное существование «щита» при высокой концентрации веществ, разрушающих озон?

**Примечание.** Примером неудачного решения этой задачи может служить изобретение по а. с. 869 776 «Способ для озонирования воздуха окружающей среды и устройство для его осуществления», по которому предлагается с помощью аэростата поднимать баллон с озоном и выпускать озон на высоте малыми дозами. Что здесь плохо? Способ малопроизводителен, требуется специальная техническая система для подъема озона... Идеальнее было бы решение, по которому полученный на земле озон сам поднимался бы в высокие слои атмосферы. А еще лучше — нужное количество озона образовывалось бы по желанию человека в самой атмосфере.

### **3. ЦВЕТНАЯ ПАМЯТЬ ВЕЩЕСТВА**

#### **3.1. ВОЕННЫЕ ХИТРОСТИ И ФОТОХРОМЫ**

3.1.1. Многотысячная армия Александра Македонского одерживала победу за победой. Удивительная синхронность действий отличала его иногда разрозненные отряды. Как удавалось им одновременно начинать военные действия, не видя и не слыша друг друга? Представьте те далекие времена, когда самым быстрым «носителем информации» был марафонец. Сигналы костром можно было подавать только ночью, да и то опасаясь быть рассекреченным, а из приборов времени известны были лишь солнечные часы, пользоваться которыми в походах было весьма затруднительно. И все-таки именно солнце, солнечный свет помогали солдатам Македонского узнать время начала атаки — для этого они носили нарукавные повязки, пропитанные красящим веществом из корней растения марены. Под действием ультрафиолетового излучения содержащийся в марене пурпурин приобретал яркую красно-желтую окраску. Рассказывают также, что забрызганные этой краской (по приказу полководца) туники воинов ввели в заблуждение превосходящую по численности персидскую армию. Персы, предположив, что противник изранен в предыдущих сражениях, пошли в наступление без соответствующих предосторожностей и были разбиты...

3.1.2. По-видимому, это было первое практическое применение фотохромного эффекта.

Явление фотохромизма, присущее десяткам сотен веществ неорганического и органического происхождения, характеризуется возмож-

ностью появления или изменения окраски веществ под действием света. Фотохромизм обусловлен обратимыми перестройками веществ на молекулярном уровне. Различают физический и химический фотохромизм.

Физический фотохромизм объясняется способностью атомов и молекул переходить в электронно-возбужденное состояние, характеризующееся новыми спектрами поглощения (то есть изменением окраски).

Химический фотохромизм связан с глубокими внутримолекулярными перестройками вещества под действием света, приводящими к временному образованию новых нестабильных химических соединений другого цвета.

При фотохромизме, таким образом, происходит запасание энергии в фотохромном веществе под действием света, которая после прекращения облучения затрачивается на возвращение этого вещества в исходное состояние.

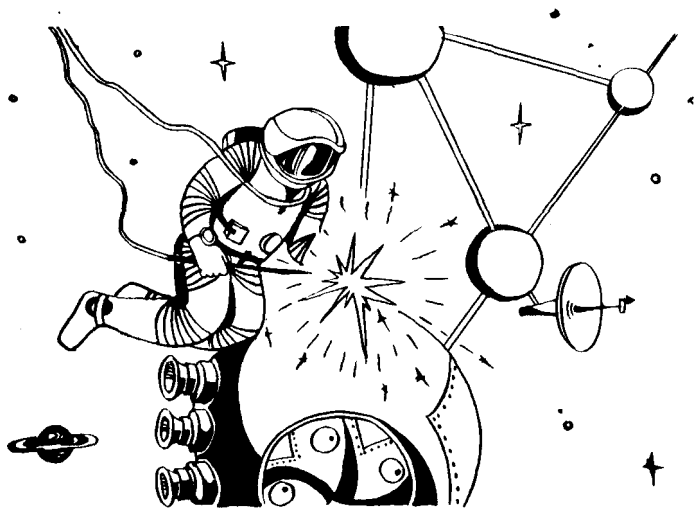
### 3.2. «ЦВЕТНАЯ» ГАММА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

3.2.1. Попытки применить фотохромные материалы (ФХМ) в военных целях продолжаются во всем мире. Разрабатываются ФХМ для маскировки военнослужащих под цвет окружающего ландшафта, а также защиты их одежды от возгорания, а кожи от ожогов в условиях ядерного взрыва. Так, фотохромный нейлон изменяет окраску (в зависимости от интенсивности освещения, температуры и влажности) от оранжевой через серую к голубой примерно за 11 минут и полуобесцвечивается в темноте за 14 минут. Как видите, изменение окраски идет довольно долго и не всегда получается нужный цвет, поэтому в военной камуфляжной технике использование ФХМ ограничено пока маскировкой лишь тех объектов, которые неподвижны или перемещаются по однообразному ландшафту.

3.2.2. Менее требовательна (но более экстравагантна!) мода: предполагается, что могут стать модными фотохромные парики, пудра, помада, маникюрный лак и лак для волос, а заодно и необычные по свойствам ткани (платья, костюмы, галстуки, ковры, шторы, драпировка и т. д.), строительные материалы, способные обеспечить тепловой баланс здания (краска, штукатурка, кафель и др.), и предметы домашнего обихода (например, «загорающая» кукла по патенту США 2 921 407).

3.2.3. Давно известны бытовые солнцезащитные очки с фотохромными стеклами. Однако уникальная способность ФХМ автоматически изменять свое светопропускание (со скоростью до  $10^{-6}$  с) в зависимости от интенсивности активирующего излучения можно использовать более широко:





В космосе не откинешь шлем со светофильтром, чтобы проверить, хорош ли свариваемый шов. Как быть?

- в устройствах для защиты зрения и электронно-оптических приборов от интенсивных излучений (солнце, ядерный взрыв, лазер), например солнцезащитное ограждение из алюмоборосиликатного стекла (а. с. 1 063 793);
  - в динамических светофильтрах телевизионных устройств при съемке сцен, в которых имеются хорошо освещенные и находящиеся в тени предметы (пат. США 3 270 638);
  - для регулирования светового потока на фотоэлементе в системе включения вечернего освещения (англ. пат. 1 254 964);
  - в зеркалах задней обзорности автомобилей для облегчения работы водителя в условиях резкого перепада освещенности (пат. США 3 280 701);
  - в устройствах временной задержки (пат. США 3 654 474), состоящем из лампы и фоторезистора, разделенных фотохромной линзой с заданным временем обесцвечивания;
  - в немеханическом затворе фотокамеры (пат. США 3 584 934), который открыт только в момент переокрашивания двух стекол с разными свойствами;
  - в оптических световодах для устройств интегральной оптики вычислительных машин следующего поколения и т. д.
- 3.2.4. Регистрация и фиксация оптической информации с помощью ФХМ в чем-то похожи на обычный фотографический процесс, но лишены его недостатков. Разрешающая способность пленочных ФХМ уступает только голографическому

способу записи информации: под действием света сразу появляется видимое изображение, возможна многократная перезапись (изображение стирается светом другого спектрального состава). Стойкость записи — от долей секунды до нескольких лет. Если использовать необратимо реагирующие химические соединения (пат. США 3 810 762), то можно зафиксировать изображение навечно. Смесь фотохромных соединений применяют для получения многоцветных изображений под действием активирующего излучения различной длины волны, соответствующей полосе поглощения каждого отдельного вещества (пат. США 3 704 127, 3 825 427).

Разработан способ фотохромной записи оптической информации с повышенной чувствительностью на основе пленки трехоксида вольфрама (а. с. 970 989).

Химия и техника фотохимических превращений веществ постепенно перерастает в новую науку — фотонику, охватывающую группу взаимосвязанных фото-химэффектов (фотохромизм, люминесценция и др.). Так появился новый способ записи изображения (а. с. 442 449) на органических люминофорах, способных к фотохимическим реакциям: на пленку антрацена проектируется изображение в видимом свете, при этом в пленке происходит фотохромная химическая реакция. При подсветке слабым УФ-светом получается светящееся изображение («Природа», 1982, № 12, с. 29—33).

3.2.5. ФХМ в виде бумажных и пленочных актинометров используются для измерения интенсивности и распределения УФ-излучения (пат. США 1845 835, 3 121012), при настройке оптических приборов, фокусировке излучения и т. п. ФХМ вообще чутко реагируют на спектральный состав света. Так, раствор  $K_3Cr(C_2O_4)_3$ , имеющий зеленый цвет в дневном свете, становится красным при освещении лампами накаливания.

По патенту ГДР 133 500 предложено применять фотохромное азосоединение с интенсивной флуоресценцией в качестве рабочих сред лазеров.

3.2.6. Как и на любой химический процесс, на фотохимические реакции влияют температура, влажность, рН среды. Такие влияния могут быть необратимыми, что, например, случилось с картиной Леонардо да Винчи «Тайная вечеря». Художник при ее написании экспериментировал с новыми составами красок и ему на протяжении всей жизни пришлось исправлять медленно проявляющиеся дефекты.

В технике следует использовать легко управляемые обратимые воздействия — электрический ток и тепловое поле.

Для сокращения времени релаксации фотохромных стекол, используемых в больших световых проемах, на их поверхность наносят прозрачное электропроводящее покрытие из окислов металлов (пат. США 3 252 374). Регулировкой электрического тока в таком слое можно обеспечить различную степень нагревания стекла и,

следовательно, принудительное изменение скорости его обесцвечивания.

Для защиты ФХМ от ИК-излучения, повышающего температуру и снижающего светочувствительность, на стекло наносят пленки металлов или их окислов (золото, двуокись титана), отражающих ИК-свет (пат. США 3 591 248).

Предложен метод записи изображения на органических ФХМ при повышенной температуре (пат. США 3 421894): фотохромные соединения вводят в воск, затвердевающий при 20° С и переходящий в жидкое состояние при температурах более 40° С. В твердом состоянии процессы термического обесцвечивания резко замедляются.

Фотохромизм неорганических солей металлов используется в гидрофотографическом процессе. Эти материалы окрашиваются на свету в присутствии влаги и обесцвечиваются в темноте, что можно использовать при физиологических исследованиях, в криминалистике, сельском хозяйстве, при измерении водонепроницаемости материалов, определении следов воды в различных средах и т. д.

Свойство ФХМ изменять свои характеристики при взаимодействии с другими веществами, используется для физико-химического анализа веществ. Например, скорость термического обесцвечивания водорастворимых нитробензилпроизводных (пат. США 3 649 549) зависит от рН среды (индикация рН).

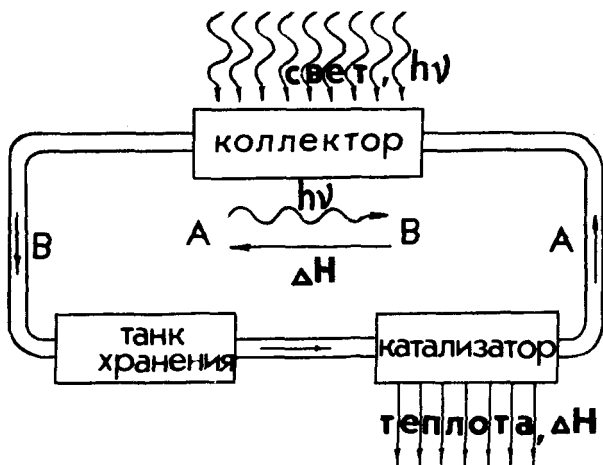
3.2.7. ФХМ могут быть в жидком, твердом, газообразном (в виде аэрозолей) или гелеобразном состоянии. Часто ФХМ используются в микрокапсулированном виде: микрокапсулы наклеиваются на любую основу, для подготовки к действию их можно раздавить или, заранее введя в них газообразующие при нагревании вещества, нагреть для разрушения капсул.

Полимерные пленки толщиной 5—100 мкм наносят на жесткую (кварц, стекло) или гибкую (лавсановая, триацетатная пленки и т. п.), прозрачную или непрозрачную основу.

Жидкие ФХМ могут быть использованы в исследовании гидродинамики потоков, процессов массопередачи, газожидкостных смесей и т. п.

3.2.8. Первые патенты на ФХМ относятся к началу 20-х годов (Германия), но только в последнее десятилетие в связи с развитием химии фотохромных соединений область их практического применения резко расширилась.

Синтезирована большая группа ФХМ, способных преобразовывать солнечную энергию в тепловую (пат. США 4 004 572). Так, это преобразование можно получить с помощью фотохромных соединений. Раствор ФХМ циркулирует в замкнутой системе через коллектор, танк хранения и катализатор.



Процесс преобразования солнечной энергии в тепловую с помощью фотохромных соединений

В коллекторе фотохромное соединение в форме А запасает солнечную энергию и превращается в форму В. Продавливание раствора В из танка через катализатор инициирует реакцию  $V \rightarrow A$  и освобождает теплоту  $\Delta H$ . Скорость протекания реакции зависит от интенсивности солнечной радиации. Вместо катализатора можно подвести извне небольшое количество тепла для инициирования обратной реакции, после этого реакция идет сама (пат. США 4 004 573).

### 3.3. ТЕПЛОВЫЕ ХАМЕЛЕОНЫ

3.3.1. Гёте так выразил свое отношение к цвету: «Цвета воздействуют на душу, вызывают ощущения и эмоции, пробуждают в нас скрытые идеи и служат причиной радостных и печальных мыслей». Расширить возможности «пробуждения» новых технических идей помогут термохромные вещества, меняющие свой цвет при изменении температуры.

Термоиндикация с помощью таких веществ может быть обратной и необратимой, поскольку существуют термохромы одно- и многофазового действия.

3.3.2. Примером использования однократных термохромов может служить разработанный в Японии способ цветной сверхплотной записи оптической информации («Природа», 1984, № 3, с. 102). Тонкая композитная пластинка, состоящая из нескольких слоев термохромных веществ (дающих при нагревании черный, зеленый, красный, голубой цвета) подвергается воздействию луча

лазера. Луч можно фокусировать в любом из слоев в пятнышко микронного размера — в этом месте термохром меняет цвет и тут же связывается другим веществом. Для окрашивания точки достаточно микросекундных длительностей лазерного импульса. Управляет лучом стандартное сканирующее устройство с приспособлением для изменения точки фокусирования луча. В результате на пластинке появляется многоцветная запись. Запись можно «прочитать» и отдельно по каждому цвету, используя монохроматический источник света.

Довольно широко применяются индикаторы температурного режима хранения продуктов и изделий в холодильных камерах: при случайном размораживании нанесенное на упаковку термохромное вещество обесцвечивается, а при охлаждении окраситься не может (пат. США 3 038 812, англ. пат. 1 099 880). В Швеции в упаковку продуктов, особенно рыбных, помещают полоску желтой бумаги, которая при изменении температуры становится фиолетовой (необратимо).

3.3.3. Обратимое изменение окраски при нагревании позволяет использовать термохромы для измерения температуры. Так, термохромные слои йодистых соединений серебра и ртути изменяют окраску от желтой через оранжевую, красную, коричневую до пурпурно-черной при повышении температуры от 27 до 218° С (пат. США 3 352 724). В устройстве для измерения температуры (дисплее) в интервале 20... 120° С используются термохромные полиацетилены (пат. США 4 339 951).

За рубежом (Швейцария, Италия) используют термохромные пленки для покрытия предупредительных знаков (типа «кошачий глаз») на дорогах. Стоит температуре воздуха понизиться до 1,5° С, как пленка становится прозрачной и водители видят предупреждение о возможности гололеда.

Широкое распространение в мире получили термометры, работающие по принципу «измерил температуру — термометр выбросил». Например, термометр для больниц представляет собой полоску алюминиевой фольги с нанесенными на нее точками термохромов. Точки меняют цвет в зависимости от температуры с точностью до десятых долей градуса. Время измерения — 15 секунд. Из гигиенических соображений полоску тут же выбрасывают. Фирма-изготовитель (США) даже не патентует свое изобретение, чтобы не сообщать состав вещества. Известно только, что оно безвредно и давно применяется в пищевой промышленности («Изобретатель и рационализатор», 1972, № 2, с. 34).

В ФРГ выпускают бумажные термометры — достаточно прилепить такую самоклеющуюся полоску с термохромом к нагретой поверхности, как через несколько секунд можно судить о ее температуре с точностью до 5° С («Техника молодежи», 1983, № 5, с. 48).

3.3.4. Знаменитый химик и врач шестнадцатого века Парацельс показывал гостям написанную им самим «чудесную» картину. На ней был изображен зимний пейзаж — деревья, пригорки, покрытые снегом. При легком подогреве пейзаж тут же менялся на летний — пригорки покрывались травой, а деревья — зеленой листвой...

Не верящие в чудеса современные школьники, узнав из публикации «Юного техника» о существовании термохромных красок, предложили множество технических применений этого эффекта: предупредительные надписи при перегреве узлов самолета, контроль состояния двигателя мопеда, демонстрационный опыт по определению удельной теплоемкости веществ, контроль температуры радиоэлектронных приборов и т. д. («Юный техник», 1984, № 12, с. 78—80).

Некоторые термочувствительные составы несложно получить в домашней или школьной лаборатории. Например, иодид ртути — вещество, меняющее окраску с ярко-желтой на красную («Химия и жизнь», 1979, № 4, с. 71), термохромный состав для покрытия отражателей лампочек новогодних гирлянд («Химия и жизнь», 1982, № 2, с. 77), а также различные по температуре перехода краски («Юный техник», 1984, № 12, с. 78—80).

### 3.4. РАДИОХРОМНАЯ ДИЗОМЕТРИЯ

3.4.1. К радиохромам (веществам, изменяющим цвет под действием радиоактивного излучения) и катодохромам (веществам, изменяющим цвет под действием электронного луча) относится большая группа неорганических и органических веществ (кристаллы галогенидов щелочных металлов, титанат стронция, фторид кальция, полимеры и т. д.).

3.4.2. Дозиметры на основе радиохромных полимерных пленок, разработанные в США, имеют толщину 0,005—1 мм и могут быть использованы в интервале доз  $10 \dots 10^5$  Грей. Они отличаются механической прочностью и устойчивостью, удобством обращения и калибровки, выдерживают мощность излучения до  $10^{12}$  Гр/с, могут применяться для регистрации фотонов с энергией до 10 МэВ, электронов и протонов. Области применения: дозиметрия при стерилизации медицинского оборудования, при радиационной обработке полимеров, изоляции кабелей, обработке городских и промышленных отходов и т. д.

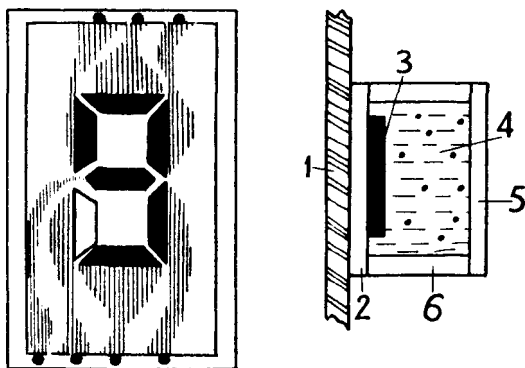
Растворы радиохромных красителей в диметилсульфоксиде, который по своим радиационным характеристикам близок к крови и биологическим тканям, предложено применять в исследовательских целях для дозиметрии сельскохозяйственных, биологических и медицинских объектов.

### 3.5. КОНКУРЕНТ ЖИДКИМ КРИСТАЛЛАМ

3.5.1. Стремительные темпы вторжения жидкокристаллических индикаторов в технику и быт в последнее десятилетие (мы так привыкли к ним — в часах, микрокалькуляторах, табло...) начинают замедляться. Основная причина — тусклое изображение из-за поляризации света при закручивании нематической фазы. Специалисты предсказывают резкое сужение области применения жидких кристаллов в системах индикации уже в ближайшее время — они будут вытесняться электрохромными материалами. И хотя электрохромы пока еще находятся в начальной стадии разработки и внедрения (примерно в такой же, в какой находились жидкие кристаллы чуть больше 10 лет назад — давно ли?), их преимущества несомненно выше, чем у электрофорезных, электролюминесцентных, светодиодных и, в особенности, у жидкокристаллических индикаторов. Чем замечательны электрохромы? — Они внешне привлекательны, обладают независимостью контраста от угла наблюдения, превосходной читаемостью, потребляют мало мощности, требуют низких управляющих напряжений и способны запоминать изображение.

3.5.2. Первые электрохромы были жидкостными, на основе кислотных электролитов и пленки трехокиси вольфрама. При напряжении около  $\pm 2$  В ионы электролита осаждались на пленке, придавая ей темно-синюю окраску (при перемене знака — обесцвечивалась). Чтобы получить контрастный фон, в электролит вводился краситель. Из-за малого срока службы (коррозия электрохромной пленки) они не нашли широкого применения.

3.5.3. Современные электрохромы на твердых электролитах с электродами внедрения (различные соли лития) толщиной в не-



Электрохромное устройство на основе трехокиси вольфрама:

1 — стеклянная подложка; 2 — прозрачный проводник; 3 — трехокись вольфрама; 4 — электролит и краситель; 5 — противозлектрод; 6 — изолятор и герметик

сколько микрометров обладают долговечностью ( $10^7$  переключений и более), низким порогом окрашивания (1—2 В), кратковременностью акта записи и стирания (доли секунды), памятью после отключения напряжения (до 20 минут). В США, Японии и других странах в последние годы патентуется множество электрохромных материалов и устройств на их основе. Один из подобных составов, запатентованный японской фирмой «Хитачи» (европейская заявка 0 039 220), содержит, например, аморфный фторалюминат лития. Применение электрохромов самое разнообразное: от дисплеев матричного типа для ЭВМ и любых других устройств до окулярных сеток микроскопов, которые можно «стереть», если они мешают наблюдениям. Или, например, динамические (по плотности и по спектру) светофильтры — их можно использовать для ускоренного развития парниковых культур, при лечении зрительных аллергий (когда нужно «вычеркнуть» какую-либо составляющую спектра), в осветительной технике и т. д.

### 3.6. РАЗБОР ТИПИЧНОЙ ЗАДАЧИ

3.6.1. События в рассказе Я. Тайца «Первый помощник» происходят в гражданскую войну. Маленький украинский городок, занятый белогвардейцами. Белые заставляют старого художника рисовать их трехцветное знамя с надписью: «Все честные люди идите сражаться под этот флаг!» Ученик художника никак не может понять, почему его учитель соглашается. Учитель объясняет мальчику: «Ты — мой второй помощник, а первый помощник — Солнце. Молчи и смотри, что будет». Флаг повесили, и мальчик целый день крутился около него. К обеду он заметил, что белая и синяя полосы заметно посветлели, а к вечеру осталась только красная полоса... К счастью, для художника все закончилось благополучно, утром местечко заняли красные.

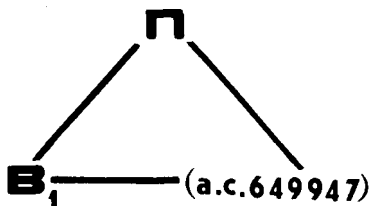
Вы, конечно, уже догадались, что художник использовал фотохромные краски...

3.6.2. А вот чисто *техническая задача*. О хорошем качестве приклеивания мечтают специалисты по тензометрии (науки о измерении деформаций в деталях машин и конструкциях). Применяемые ими тензодатчики изменяют свое сопротивление электрическому току при деформации (растяжении или сжатии), но чтобы тензодатчик (например, решетка из проволоки) деформировался только совместно с испытываемой деталью, его вместе с основой (изолирующей прокладкой) нужно прочно и надежно к ней приклеить. Визуальный осмотр для контроля качества наклеивания почти ничего не дает, поэтому было предложено такое решение (а. с. 277 360): через наклеенные тензодатчики пропускают ток, в 5—15 раз превышающий величину рабочего тока, в местах некачественной проклейки основа обугливается (так как на этих участках имеются воздушные прослойки, резко снижающие теплоотвод от нагретой проволоки). Но такой способ пригоден



лишь для тензодатчиков на бумажной основе. А как быть при испытании машин, работающих в особо «вредных» условиях, где используются основы из стеклоткани, органосиликатов, слюды?

В условиях задачи уже есть хорошо взаимодействующие элементы: вещество  $B_1$  (проволока) и тепловое поле  $\Pi_1$ . Не достает второго вещества  $B_2$ , которое бы легко откликнулось на действие  $\Pi_1$ . Значит, введем его; нанесем термохромную краску на тензодатчик — ее цвет изменится в местах локального повышения температуры (а. с. 649 947).



## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

12. Существует серьезная проблема борьбы с распространением заболевания раком кожи — самым опасным из всех последствий повышенного ультрафиолетового облучения. Так, в некоторых районах США и Европы за последние 30 лет частота заболевания раком кожи невероятно подскочила. Специалисты объясняют это изменением образа жизни людей, которые стали чаще бывать на солнце и больше времени проводить на южных пляжах. Рекомендации врачей типа: «В первый день загорайте не более 5 минут, во второй — 10 минут ..» не эффективны.

Как предельно простым и дешевым способом довести до человека информацию о суммарной дозе УФ-облучения, полученной за день?

13. Из журнала «Юный техник» (1985, № 12, с. 51): «Все знают, что каждое лекарство имеет срок годности, однако при его использовании зачастую забывают посмотреть на дату, стоящую на коробке или пузырьке. Между тем, это очень важно, так как «несвежее» лекарство уже не обладает необходимыми целебными свойствами, а иногда даже может быть вредным для организма. Одной из причин такого невнимательного отношения к лекарствам является то, что обычно дату срока годности плохо видно».

Как наиболее наглядно предупредить больного о том, что лекарство уже не годно к употреблению? Или как сделать так, чтобы больной не смог воспользоваться испортившимся лекарством?

Пояснение. Задача пока не решена. Главная трудность в том, что сроки годности у лекарств самые различные: от нескольких дней до нескольких лет. Возможны решения, основанные на сочетании эффектов.

## 4. ХИМИЯ? ЭТО САМАЯ СЛОЖНАЯ ФИЗИКА!

### 4.1. В ОБХОД ПАТЕНТА СИМПСОНА

4.1.1. Проект синьора Симпсона был грандиозен. Все шло к его осуществлению. Новая технологическая революция! Неограниченный резерв бесплатной рабочей силы — и никаких профсоюзов! Если бы не арест агентами Интерпола его помощника О'Толли.

Эта история с угрями... Рыбы каждый год мигрируют огромными стаями. Почему бы не использовать их «с пользой»? — решил О'Толли. Он... стоворился с угрями, подкупив их жирными мухами. Теперь каждая рыба, прежде чем пуститься в долгий путь к Саргассову морю, подплывала к берегу. О'Толли привязывал ей к спине

шарик с двумя граммами героина, а в море их уже ждала яхта Рика Папалео...

«Старая история, не правда ли? — восклицает герой рассказа П. Леви «Патент Симпсона». — Изобретаешь огонь и даришь его людям, а потом коршун всю жизнь клюет вам печень...».

Но Симпсон полон надежд. Двенадцать лет упорного труда, главная мечта жизни. Черт возьми этого О'Толли. Жизнь так коротка, в одиночку ничего не добьешься. Он приглашает нового помощника и показывает ему все захватывающие дух перспективы новой технологии. Оказывается, он понял язык насекомых, научился разговаривать и заключать контракты с ними!

«Это резисторное устройство, — объяснил Симпсон. — Нить толщиной в две тысячных сантиметра, соединительная муфта — в пять тысячных. Стоимость устройства — четыре тысячи лир, но вскоре она снизится до двух тысяч. Нить сплетена из коры пиний отборными муравьями. Два муравья хватают челюстями два электрода, третий зачищает их и скрепляет каплей смолы. Затем все три муравья погружают деталь на транспортер. Втроем они собирают резисторное устройство за четырнадцать секунд, включая сюда неизбежные заминки в работе. Их рабочий день длится ровно двадцать часов. Они получают вознаграждение в натуре. Всего пятнадцать граммов еды на отряд из двухсот муравьев.

Но это лишь начало. Сейчас я обучаю новые отряды муравьев другим «непосильным работам». К примеру, созданию сети дифракции в спектрометре, а это тысяча восьмимиллиметровых полос. Другому отряду я поручил ремонтировать миниатюрные штампованные электросхемы: раньше их в случае поломки выбрасывали на свалку. Третий отряд муравьев учится ретушировать негативы; и, наконец, четвертый — оказывать помощь врачу при операциях мозга»\*.

Доводы Симпсона в пользу новой технологии на «микроуровне» неоспоримы: наши пальцы слишком велики и неуклюжи, а микро-манипулятор стоит слишком дорого. Поэтому он с увлечением находит все новые и новые применения своим «друзьям»: муравьи вносят по крупице удобрения каждому семени, уничтожают в зародыше сорняки, производят микроклеточные впрыскивания; стрекозы собирают бруснику; с мухами и комарами он заключает «договор о ненападении», а в комиссию ООН по продовольствию представляет аналогичный договор с саранчой...

4.1.2. Да, микроманипуляторы действительно дороги. И лучше их не применять там, где можно обойтись другими средствами. Но как собирать, например, те же микросхемы? Плотность «упаковки» элементов в современных интегральных схемах достигла колос-

---

\* Вокруг света, 1968, № 3.

сальной величины. Тут уже не помогут ни живые муравьи «по-итальянски», ни, тем более, механические.

Первым на помощь микроэлектронике пришел «лидер современного естествознания» — физика. Вот как проходила гонка «лидера» за стремительным развитием микроэлектроники.

Детали (транзисторы, резисторы, конденсаторы и т. д.) объемом  $1 \text{ см}^3$  собирали вручную. Объемом  $1 \text{ мм}^3$  — тоже, но с микроскопом. При дальнейшем уменьшении размеров отпала необходимость в соединительных проводах, детали стали располагать на одной кварцевой пластинке и соединять тонкими проводящими полосками. Затем появились интегральные схемы — в которых все детали ( $0,1$  —  $0,01 \text{ мм}$ ) и проводники формируются в одном кристалле с помощью фотолитографии. Делается это так: на кремниевую пластину наносят маскирующую пленку (например, окись кремния) и фоточувствительный слой (фоторезист); затем на фоторезист проецируется в УФ-свете фотошаблон (стеклянная металлизированная пластинка с нужным рисунком); засвеченный слой проявляют, при этом он растворяется и обнажает маскирующий слой; кремниевую пластину помещают в травящий раствор, где удаляется слой окиси кремния; наконец, удаляют остатки слоя фоторезиста. Но процесс изготовления микросхемы на этом не кончается: пластину помещают в высокотемпературную печь, в атмосферу фосфора или бора. Атомы этих элементов проникают в кремний, образуя в нем область дырочной или электронной проводимости. Но и это не все: сформирован только один слой, а для некоторых транзисторов их требуется десяток. Появляется сложная проблема точного совмещения нескольких фотошаблонов («Химия и жизнь», 1984, № 2, с. 57—61).

Размеры элементов микросхем продолжали уменьшаться. Как только они дошли до  $1$ — $2 \text{ мкм}$  ( $1000$ — $2000 \text{ нм}$ ), наступил физический предел метода фотолитографии: длина световой волны стала соизмерима с размерами структур, а при этих условиях свет огибает препятствия.

Вместо света физика предложила новый инструмент — пучок электронов, как в электронном микроскопе. Длина волны ускоренного электрона на несколько порядков меньше длины волны света. Технология осталась та же (только вместо фоторезиста появился электронорезист), но стоимость и сложность оборудования возросли во много раз. К тому же вместо печей стали использовать линейные ускорители для ионной имплантации. Электронография, а затем и рентгенолитография, справлялись со своими обязанностями, пока размеры элементов не достигли  $200$ — $100 \text{ нм}$ . На этом возможности физики были исчерпаны. Процесс изготовления структурных элементов размером  $100$ — $10 \text{ нм}$  накладывал принципиальные физические и технологические запреты («Электронная промышленность», 1984, вып. 5 (133), с. 7—9).

Что делать дальше?

4.1.3. Вместо переходов на микроуровень «по Симпсону» и «по физике» химия предложила совершенно новый метод — молекулярную самосборку.

В самом деле, что такое структура размером 10 нм? Это же агрегат из нескольких десятков молекул. Десятков! А химия давно научилась оперировать единицами молекул и точно подгонять их друг к другу для образования комплексов (структур).

Метод основан на последовательном синтезе по цепочке: атомы — молекулы — агрегаты молекул — микродетали. На каждом этапе идет самосборка: атомы сами соединяются и образуют молекулу, молекулы сами объединяются в агрегат и т. д. Самосборка определяется только свойствами атомов, молекул и их агрегатов и мало зависит от внешних параметров (температуры, давления, концентрации). Это главная особенность самосборки — процесс зависит не от воздействий извне (например, пучков электронов, ионов), а только от свойств и размеров молекул, использованных для сборки деталей. Таким образом, технологические трудности (точность поддержания параметров и технологических режимов) переносятся на химический синтез деталей микросхем. А химический синтез всегда абсолютно точен: молекула определенного вещества, в каких бы условиях оно ни было получено, всегда состоит из одних и тех же атомов, соединенных между собой всегда одним и тем же способом. То же — для молекул и агрегатов молекул. Отсюда вытекают две важные особенности процесса самосборки: 1) молекулы собираются в агрегат (а агрегаты — в микродеталь) путем соединения в определенных точках контактной поверхности — точках взаимодействия по типу «ключ — замок»; 2) процесс автоматически прекращается, когда в агрегат собирается строго определенное число молекул (а в деталь — агрегатов).

Что заставляет молекулы собираться в строго определенные структуры? Объяснить это можно простым методом самосборки, разработанным Лэнгмюром и Блджеттом еще в 1935 году. Если в воде растворить поверхностно-активное вещество (ПАВ), то его молекулы начнут взаимодействовать и с молекулами воды и между собой. Характер этого взаимодействия зависит от особенностей молекулы ПАВ: «голова» молекулы хорошо взаимодействует с водой («голова» гидрофильна — водолюбива), а все остальное «туловище» не соединяется с водой (гидрофобно). Поэтому молекулы ПАВ образуют в воде одну из двух структур: шарик или двухслойную пленку. В обоих случаях «туловища» молекул спрятаны внутрь структуры, а «головы» выставлены наружу — к воде. Метод позволяет наносить на твердые подложки последовательно любое число (от 1 до 1000) ориентированных мономолекулярных слоев ПАВ общей толщиной от 2 до 2000 нм. При этом задается нужный химический состав, а следова-

тельно, свойство и толщина любого из этих слоев. Толщина каждого слоя определяется только длиной выбранных для него молекул. Метод Лэнгмюра-Блоджетта позволяет получать сложные структуры, приближающиеся по уровню организации к биологическим («Электронная промышленность», 1984, вып. 5(133), с. 7—9).

Современные модификации метода обладают следующими преимуществами: молекулы в пленках ориентированы как в монокристалле, слои могут чередоваться по заданной технологической программе, химический состав слоев резко меняется без переходной области (слои не перемешиваются), поверхности раздела между слоями атомарно-гладкие, пленки однородны по толщине.

Метод самосборки пока еще делает первые шаги в микроэлектронике. Многие тонкости технологии еще не отработаны, но перспективы у метода безусловно оптимистические. С его помощью будет идеально решена также проблема ремонта электронной (или биоэлектронной) аппаратуры. Представьте себе ситуацию длительного космического полета, когда сильно ограничены возможности взять с собой дублирующую аппаратуру или гарантированное количество запасных частей. В этом случае любая вышедшая из строя деталь может быть тут же синтезирована по одной из программ — из одного и того же набора компонентов («Химия и жизнь», 1984, № 2, с. 57—61).

4.1.4. Молекулы очень разборчивы в связях, то есть обладают высокой избирательностью при взаимодействиях с «себе подобными». Они мгновенно реагируют на самые тонкие различия в свойствах возможных партнеров и тут же делят их на «своих» и «чужих». Вся история химии как раз и связана с выявлением и объяснением этих особенностей химических элементов и соединений.

Самое простое деление веществ основано на их «любви» или «нелюбви» к воде: есть вещества гидрофильные, есть — гидрофобные. Даже такое грубое разделение свойств веществ можно и нужно использовать в изобретательской практике. Вот несколько примеров.

С появлением синтетических материалов (одежды, мебели и покрытий в жилых помещениях) все мы вдруг столкнулись с неприятной проблемой статического электричества. Хотя и оказалось, что с этой проблемой были хорошо знакомы еще древние греки и римляне: шелковые и атласные тоги и туники электризовались не меньше наших лавсановых сорочек. Главный способ борьбы со статическим электричеством состоит в том, чтобы максимально снизить удельное поверхностное сопротивление полимерного материала. Тогда возникший от трения заряд быстро растечется по поверхности и стечет без вреда, а не будет накапливаться в одном месте до потенциала в несколько сот вольт. Значит, поверхностный слой должен быть

проводником (пусть не очень хорошим). Первые технические решения предусматривали вплетение металлической нити в ткань или напыление металла на поверхность материала. Но такие решения ухудшали свойства полимерных тканей — снижалась их гибкость, эластичность, прочность. Замена чистой синтетики на композиционные материалы (смесь полимеров с наполнителем из проводящего ток вещества) не приемлема по той же причине. Надо создать проводящий слой на непроводящем материале, ничего при этом не вводя в него. Как быть? Задача была решена, когда вспомнили, что многие красители для тканей обладают гидрофильными свойствами. А значит, если окрашивание изделий вести такими красителями, то поверхность синтетики всегда будет чуть-чуть гидрофильна настолько, что приклеившиеся к гидрофильным молекулам краски молекулы воды обеспечат резкое снижение поверхностного сопротивления («Химия и жизнь», 1978, № 7, с. 35—39).

При создании новых топливных элементов (электрохимических источников тока) потребовалось использование специальных пористых электродов, имеющих огромную внутреннюю поверхность. Однако, чтобы заставить эффективно работать всю внутреннюю поверхность, понадобилось решить, казалось бы, нерешимую задачу: одновременно насытить поры электрода и газом и жидкостью (электролитом). В обычных условиях эти компоненты вытесняют друг друга. Как совместить несовместимое? Использовали гидрофильность-гидрофобность: одну часть поверхности сделали из смачиваемого водой вещества, а другую — из несмачивающегося. Для этого при изготовлении электродов смешивают гидрофильный металл с гидрофобным фторопластом.

Этот же прием был применен при решении проблемы гемосовместимости полимерных протезов (то есть совместимости синтетических участков сосудов с белками крови). Для того чтобы белки крови «приняли за своего» полимер, внутренние стенки искусственных сосудов покрывают специальными физиологически активными веществами (ФАВ). Молекулы ФАВ препятствуют контакту белка с полимером. Но покрыть абсолютно всю поверхность никак не удавалось, оставались непокрытые участки или покрытие нарушалось при сшивании сосудов. Задача была решена путем связывания ФАВ со стенкой сосуда посредством длинной «ножки» из гидрофильного полимера. Такая гидрофильная «щетка» закрывает всю поверхность и не допускает белок к стенке сосуда, даже если на данном участке не будет ФАВ.

Совмещение гидрофильно-гидрофобных свойств в одной системе можно использовать для разделения жидкостей, например, воды и органической жидкости. Так, в сепараторе (а. с. ЧССР 184 886) часть слоя гидрофильного волокна пропитана гидрофобным составом, что обеспечивает выделение капель воды на выходе из сепара-

тора, если большая часть слоя гидрофобна (маленький участок слоя на выходе остается гидрофильным), или выделение органической жидкости из воды, если большая часть слоя гидрофильна. По а. с. 1 019 680 гидрофильное волокно использовано в устройстве для очистки нефтепродуктов от воды.

Часто свойства гидрофобности и гидрофильности используют отдельно.

Примеры «гидрофобных» решений. В способе магнитной сепарации слабомагнитных руд частицы обрабатывают гидрофобным порошком углерода (а. с. 865 811). Для повышения чувствительности индикатора в способе определения растворенного в воде кислорода используют гидрофобный сорбент (а. с. 922 063). Гидрофобизаторы используют также в электроде для электрохимического окисления (а. с. 836 225), для изготовления водостойких поляроидов-очков для стереокино (а. с. 834 006), для предотвращения слеживаемости гранул (а. с. 833 929), для изоляции пластовых вод в скважине (а. с. 829 872), в устройстве для имитаций естественного дождя (а. с. 1 069 714), для предотвращения развития микрофлоры на крышках для консервных банок (а. с. 1 018 892) и т. д.

Гидрофильные свойства веществ использованы в способе предотвращения запотевания измерительного окна водомера (пат. Австралии 517 144). Прозрачная линза из полимера сама по себе гидрофобна, и на ней собирались бы капельки воды (запотевание). Но для придания ей гидрофильности поверхность предложено обрабатывать одним из способов: электрическим разрядом УФ-света, раствором сильной кислоты, кратковременным обжигом в струе газа или нанесением тончайшей гидрофильной пленки из оксиэтилцеллюлозы. По патенту США 4 239 506 предложено использовать полупроницаемую гидрофильную мембрану для тонкого разделения газов. Мембрана постоянно смочена водой, а один из газов хорошо растворяется в воде, поэтому молекулы этого газа проходят мембрану и на другой стороне подхватываются потоком инертного газа. Гидрофильные вещества могут не только смачиваться водой, но и растворяться в ней. Это свойство используется для создания временных защитных покрытий, например для защиты поверхности от налипания брызг расплавленного металла (а. с. 1 007 882).

Но смачиваемость — это лишь частный случай более общего явления лиофильность-лиофобность. Например, есть олеофильные вещества, то есть вещества, хорошо смачиваемые нефтепродуктами (олеум — нефть).

## 4.2. СИСТЕМЫ НАЧИНАЮТСЯ С МОЛЕКУЛ

4.2.1. Мы хорошо различаем, что такое газ, жидкость или твердое тело, то есть легко определяем фазовое состояние вещества. Но это на макроуровне. А применимы ли эти понятия на микро-

уровне? В каком фазовом состоянии находится одна молекула вещества? Или так: сколько молекул надо собрать вместе, чтобы это были газ, жидкость или твердое тело?

В терминах системного анализа этот вопрос звучит так: со скольки элементов начинается система? Система — не простая сумма элементов, ее главное свойство всегда больше суммы свойств составляющих ее элементов. Появление неожиданной прибавки (системного свойства) — это всегда хорошо заметный качественный скачок при переходе количественных изменений в качественные. «Стыковка» свойств элементов при образовании системы идет двояко: одна часть свойств складывается, усиливается, в будущем системное устройство, другая — гасится, вычитается, взаимонейтрализуется. В итоге системное свойство выступает на первый план, становится преобладающим, играющим главную роль в «жизни» системы. Системное свойство может появиться из сочетания (содействия) ранее незаметных или нейтральных свойств элементов, тогда его появление становится еще более неожиданным.

Самое простое свойство молекул — взаимное притяжение или отталкивание. Если встречаются молекулы, которые взаимно отталкиваются или у которых скорость превышает силы притяжения, то они не образуют систему. Нет системного свойства и у «кучи» из 10 молекул, хотя они и связаны между собой силами притяжения (силы Ван-дер-Ваальса). Только при 11—15 молекулах (а практически при 20—30 молекулах) происходит качественный скачок, и «куча» превращается в систему (это самая маленькая капля жидкости или самый маленький кусочек твердого вещества). Какое же системное свойство здесь появилось? Это свойство — поверхностная энергия. Она складывается из тех же сил притяжения. Только внутри кусочка вещества эти силы взаимокompенсированы, а на поверхности они свободны, незадействованы. Силы притяжения действуют не только на соседнюю молекулу, а чуть дальше — на 2—3 слоя. Поэтому свободные силы на поверхности *складываются* из сил притяжения поверхностного слоя и убывающих по величине сил 2-го, 3-го и последующих слоев. Поверхностные силы постепенно (по мере увеличения количества молекул) растут и становятся критическими для агрегата из 11—15 молекул. Их величина достигает значения, при котором эти силы начинают действовать на весь агрегат молекул и сжимают его как пружинистая сетка. Тут-то и появляется новое качество: если силы Ван-дер-Ваальса убывают пропорционально 7-й степени расстояния, то поверхностные силы — пропорционально 3—4-й, то есть они оказываются сильнее, чем сумма элементов, их породившая.

Итак, самый маленький кусочек — это агрегат из 20—30 небольших молекул, диаметр такой частицы составит 1—5 нм («Химия и жизнь», 1984, № 2, с. 74—79). Из-за того, что частицы обладают



свободной поверхностной энергией, они намного активнее больших частиц. Такие агрегаты молекул — неполные веполы, в которых не достает одного вещества. Поэтому они притягивают (поглощают, адсорбируют) вещества из окружающей среды. Некоторые металлы могут, например, самовоспламеняться на воздухе. Вообще, свойства таких частиц (температура плавления, затвердевания и др.) сильно отличаются от более крупных частиц того же вещества. Если вещество в виде таких частиц находится в жидкости, то вокруг них сразу же образуется сольватный слой — моно- или полимолекулярный слой из молекул жидкости. Если эти частицы заряжены, то они притянут к себе эквивалентное число ионов другого знака. Эти свойства сохраняются у частиц до размера 3000—5000 нм (3—5 мкм). Растворы таких веществ очень устойчивы, поскольку сила тяжести у частиц меньше, чем силы броуновского движения. Растворы не расслаиваются и взвесь не выпадает в осадок неограниченно долго. Так, растворы коллоидного золота М. Фарадея хранятся в Британском музее уже 150 лет. При дальнейшем увеличении размеров у частиц убывает поверхностная энергия, увеличивается их масса и преобладающими силами в системе становятся силы гравитации. Совершается переход к новому системному уровню с новыми свойствами и т. д.

4.2.2. Убедиться в существовании поверхностных сил может каждый, пример — мыльные пузыри (пленка не рвется при выдувании). Сначала пленка бесцветна, как стеклянная. Первый цвет (фиолетовый) появляется при толщине 210 нм. Затем, при уменьшении толщины, цвета последовательно меняются, и вдруг на пленке появляется черное пятно. В этом месте толщина пленки (5 нм) меньше длины волны видимого света — пленка невидима. Стоит еще чуть-чуть уменьшить толщину, и поверхностные силы исчезают, мыльный пузырь лопается («Химия и жизнь», 1978, № 11, с. 73—79).

Такие тонкие пленки (толщиной в 1—2 молекулы) называются мономолекулярными слоями вещества. Поверхностная энергия таких слоев не так уж мала — мономолекулярные слои не раз спасали моряков. Вспомним «Пятнадцатилетнего капитана» Жюль Верна: «Матросы стояли на носу возле бочек с жиром, ожидая приказа капитана. «Лей ворвань,— крикнул Дик,— живей!». Под слоем жира, который потоками лился на волны, море успокоилось словно по волшебству. Этой минуты затишья было достаточно, чтобы «Пилигрим» проскочил за линию рифов». Уже в наше время на одном корабле во время шторма за борт повесили пять мешков с паклей, пропитанной льняным маслом. Через каждые полтора часа их заменяли. За сутки было израсходовано 60 килограммов масла — и ни одного повреждения, ни одной жертвы!

Эксперименты в Черном море показали, что 10-ти литров специальной жидкости достаточно для создания невидимой глазу

пленки площадью 27 гектаров. Если применить экологически безвредные жидкости, то какие задачи можно решить с их помощью? Вот только две «лежащих на поверхности» проблемы. Первая — борьба с тропическими ураганами, зародышами которых являются области интенсивного испарения. Значит, для предотвращения испарения сбрасываем с воздуха «бомбу» — большую «каплю» жидкости в пластиковом мешке — и... ураган на сегодня отменяется. Вторая — сбор разлитой нефти. Здесь можно использовать основное свойство мономолекулярного слоя — стремление молекул крепко «держаться» друг за друга и под действием поверхностных сил слиться в сплошную пленку. Отсюда и возможное решение — нефтяное пятно обносится по контуру пленкой жидкости, пленка сжимает нефть в небольшое озеро, откуда ее намного легче собрать.

Понимание свойств мономолекулярных пленок, в том числе естественных, органического происхождения, помогло раскрыть тайну исчезновения американской атомной подводной лодки «Трешер». По общепринятой сейчас версии лодка попала в бушевавший подводный шторм, при этом на поверхности была спокойная гладь моря. А на глубине, на границах воды разной плотности, подводной лодку подхватила огромная волна, и лодка, скользнув по ее склону, ушла на такую глубину, где ее раздавило чудовищное давление.

4.2.3. Примером активно работающих молекулярных систем могут служить комплексоны — маленькие, но четко организованные коллективы молекул. В центре комплексона — ион какого-либо металла, оболочка — слой молекул другого вещества. Типичные комплексоны — кластеры (рой, гроздь молекул, внутри — ион) и хелаты (молекулярные клещи, захватившие ион). Комплексоны, как соединения, известны почти для всех элементов периодической системы.

*Способность захватывать ион металла и отдавать его в нужный момент — главное свойство комплексонов.*

Вот как используется это свойство для вылечивания растений от губительной для них болезни хлорозы (нехватка железа, без которого не образуется хлорофил, а значит, не идет фотосинтез). Посадки растений опрыскивают раствором «железного» комплексона, он проникает в почву и всасывается корнями растений, затем транспортируется вверх к листьям. Все это время молекулы комплексона крепко держат ион железа, защищают его от взаимодействия с другими веществами — до «станции назначения» он должен дойти целым и невредимым. А в листе комплексоны разлагаются под действием УФ-излучения солнца, и ион железа выходит на свободу.

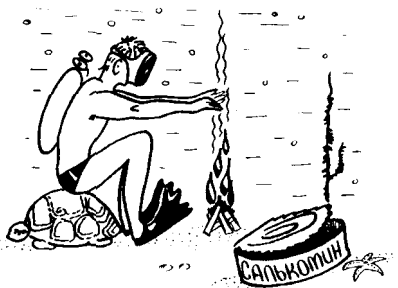
Одно из простейших хелатобразующих органических соединений — этилендиамин. Если к голубому раствору медного купороса прилить бесцветный раствор этого вещества, то смесь сразу станет сине-фиолетовой: образуется соединение из одного атома меди,

зажатого между молекулами этилендиамина. Отличительное свойство таких растворов — изменять цвет в зависимости от концентрации ионов металла. Соединение диметилглюксима с никелем также меняет цвет от ярко-розового до бесцветного в зависимости от содержания ионов в растворе. Соединение тиосемикарбазида с кобальтом может быть или зеленым, или фиолетовым — в зависимости от расположения органических молекул соединения, то есть получаются разные вещества при одной и той же химической формуле. Такое явление называется изомерией — различной геометрией расположения в молекулярной системе. Подобные геометрические эффекты на микроуровне свойственны многим соединениям и могут до неузнаваемости изменять оптические, ионные и другие характеристики вещества. Например, создан изомер сахара, так называемый Л-сахар, который практически идентичен обычному, но организм его не усваивает. Структура Л-сахара — зеркальное отражение структуры обычного сахара, в растворе он отклоняет поляризованный свет влево, а не вправо. Такой продукт не оказывает вредного действия на больных диабетом, не вызывает кариеса зубов (поскольку не расщепляется бактериями). В отличие от заменителей сахара он ни по каким свойствам от него не отличается и при этом полностью выводится из организма («За рубежом», 1986, № 22, (1351).

Комплексоны растворимы в воде, но не диссоциируют (не распадаются) в ней. Этим и объясняются многие ценные свойства цепких молекул. Захватывая ион, комплексоны изолируют его от окружающей среды, лишают возможности химического взаимодействия. Очень эффективно их использование для умягчения воды, удаления накипи в котлах, для регулирования скорости схватывания бетона и т. д.

Комплексоны могут захватывать и молекулы кислорода. Так, комплексон кобальта — салькомин — присоединяет кислород уже при комнатной температуре и полностью отдает его при 70—80°C. В США использовали салькомин в экспериментах по подводной сварке как аккумулятор кислорода. Здесь техническое решение близко к биологическому: подобный комплексон — железопорфирин, способный обратимо присоединять молекулу кислорода, входит в состав гемоглобина крови.

С помощью комплексонов получен ответ еще на один интересный вопрос: из скольких атомов состоит самый маленький магнит? Для железа это было известно давно — магнитными свойствами обладают даже одиночные атомы. А вот у других металлов никак не удава-



лось установить минимальное количество вещества с магнитными свойствами. Пробовали механическое измельчение, химическое осаждение из раствора — частицы получались разных размеров и их невозможно было разделить по фракциям и тогда в раствор осмия (изучался этот металл) ввели вещество, способное образовывать кластеры с разным количеством атомов металла. Были получены и исследованы кластеры с 3, 6 и 10 атомами осмия. Оказалось, что первые два вещества не реагируют на магнитное поле даже при температуре кипения жидкого гелия, когда тепловое движение почти совсем прекращается. Третье соединение обладало магнитными свойствами при температуре кипения жидкого азота (77° К). Значит, самый маленький магнит осмия состоит из 7—10 атомов («Химия и жизнь», 1982, № 12, с. 88).

4.2.4. Свойства комплексонов использованы также в одной из недавних разработок химии — жидких мембранах. В процессе с жидкими мембранами осуществляется один из самых тонких и точных механизмов избирательного переноса. Вот как работает этот механизм.

Например, требуется очень тщательно разделить ионы нескольких металлов, находящихся в водном растворе (пат. США 4 287 071). Причем, одни ионы (например, тяжелых металлов) надо вывести из раствора и обезвредить, а другие (например, ионы урана) — вывести из раствора и сконцентрировать. Для этого сначала готовят смесь — эмульсию серной кислоты в специальном органическом веществе, которое оболачивает капельки кислоты тонкой пленкой, то есть жидкой мембраной. Затем эту эмульсию приливают к раствору с ионами металлов, куда предварительно вводятся комплексообразующие соединения (для каждого металла свое). Комплексообразующий реагент образует с ионом тяжелого металла комплекс, который свободно проникает внутрь капельки и там разрушается серной кислотой. Комплекс урана проходит в оболочку капельной мембраны и остается там. В результате достигается не только очистка раствора от ионов металлов, но и концентрирование, и выделение урана. По окончании процесса эмульсию капель отделяют от воды, а затем разделяют жидкость оболочки и жидкость внутри капли, или утилизируют.

В патенте США 4 292 181 описан похожий процесс, но в качестве комплексообразователя взято ионообменное вещество. Ион тяжелого металла образует с жидким ионообменником (переносчиком) комплекс, который проникает сквозь жидкую мембрану внутрь капли (серная кислота). Там комплекс выпускает ион металла и, захватив ион водорода, возвращается назад, в водный раствор. При контакте с водой комплекс отдает ион водорода, захватывает новый ион металла и так до полного разделения.

## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

24. При организации и проведении автомобильных гонок на специальных стадионах существует серьезная проблема обеспечения безопасности. Дело в том, что во время тренировочных проездов на скоростные трассы попадают капли масла, которые необходимо удалить перед соревнованиями. Традиционный способ — посыпка цементом — не эффективен (масло только связывается, но не удаляется). Кроме того, цемент попадает в узлы мчащихся автомобилей. Были попытки применить ферропорошок (в смеси с маслом образуется магнитная жидкость), но качество уборки стадиона стало сильно зависеть от температуры воздуха: в жаркие летние дни масло разжижается, растекается по поверхности, и ферропорошок не «захватывает» его. Требуется предложить простейшую уборочную машину, которая бы за один проезд (или за несколько, в зависимости от ширины рабочего органа) эффективно очищала бы скоростную трассу от масла и других жидких нефтепродуктов. Ваше предложение?

25. Космонавт Е. В. Хрунов рассказывает: «...мы пришли к выводу, что передвигаться в космосе, «переходить» из корабля в корабль, из одного места в другое лучше всего (удобнее)... на руках, используя жесткие поручни для опоры...; ...пока нет оптимальных предложений, решено использовать для передвижения человека в космосе самый древний рефлекс — хватательную способность рук. Однако руки уставали, особенно кисти, что затрудняло выполнение операций, требующих тонких координированных движений, таких, как фотографирование, астроизмерения, монтаж-демонтаж и др.»\*

Мнение космонавта о изобретениях в этой области таково: магнитная обувь, скобы, леера, клеящие сцепляющиеся вещества облегчают передвижение, но вынуждают космонавта больше думать о процессе передвижения, чем об основных операциях, поскольку внимание приковано к включению-выключению магнитов, отрыванию-закреплению конечностей, вставлению ноги в специальные скобы и т. д.

Хрунов считает, что лучшим решением было бы создание искусственной силы тяжести (достаточно 0,25—0,35 земной) за счет вращения космического аппарата со скоростью 10 град/с с радиусом вращения 90 м (то есть станция будет делать один оборот за 36 секунд; при этом не ясно, как проводить в этих условиях, например, те же астроизмерения?). Но технически это пока трудно осуществимо, поэтому он предлагает разработать автоматическую систему управления магнитами от биопотенциалов ног, то есть систему с обратной связью, включающую датчики, усилители, исполнительные механизмы... Довольно сложная получится система, неизобретательский это подход к задаче. Как говорится, сложное сделать проще, а вот попробуй наоборот...

Итак, задача состоит в том, чтобы обеспечить космонавтам свободное перемещение внутри и снаружи станции без использования «хватательного рефлекса», решение должно быть предельно идеальным. Практическое значение такого изобретения трудно переоценить: человечество, завоевывая космос, второй раз поднимется с четверенек...

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### ГЛАВА I

Бык С. Ш. Газовые гидраты.— М.: Химия, 1980.

Макогон Ю. Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование.— М.: Недра, 1985.

---

\* Хачатурьянц О. С, Хрунов Е. В. Побеждая невесомость.— М.: Знание, 1985,— С. 95, 107.

Мержанов А. Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Физическая химия. Современные проблемы. Ежегодник / Под ред. акад. Я. М. Колотыркина.— М.: Химия, 1983.

Подгорный А. Н., Варшавский И. Л., Приймак А. И. Водород и энергетика.— Киев: Наукова думка, 1984.

Г. Шефнер. Химические транспортные реакции.— М.: Мир, 1964.

## ГЛАВА 2

Разумовский С. Д. Кислород — элементарные формы и свойства.— М.: Химия, 1979.

Разумовский С. Д., Зайков Г. Е. Озон и его реакции с органическими соединениями.— М.: Наука, 1974.

Перов С. П., Хргиан А. Х. Современные проблемы атмосферного озона.— Л.: Гидрометеиздат, 1980.

Шевченко М. А., Марченко П. В., Таран Я. Н., Лизунов В. В. Окислители в технологии водоподготовки.— Киев.: Наукова думка, 1979.

## ГЛАВА 3

Барачевский В. А., Дашков Г. И., Цехомский В. А. Фотохромизм и его применение.— М.: Химия, 1977.

Джапаридзе К. Г. Спиروهхромены.— Тбилиси: Мецниереба, 1979. Органические фотохромы / Под ред. проф. А. В. Ельцова.— Л.: Химия, 1982.

Рэндин Дж. П. Достижения в области электрохромных индикаторов // Электроника, 1981, № 26.

## ГЛАВА 4

Гликина Ф. В., Ключников Н. Г. Химия комплексных соединений.— М.: Просвещение, 1982.

Маргулова Т. Х. Применение комплексонов в теплоэнергетике.— М.: Энергоатомиздат, 1986.

# УКАЗАТЕЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

Перенос в пространстве: транспортные реакции (1.2.1), термохимический метод (1.3.1), в гидратном состоянии (1.3.4), в сжатых газах (1.3.5), в гидридах (1.4), в виде части будущего соединения (1.6.3), в адсорбентах (2.3.2), в виде взрывчатых смесей (2.5.5), молекулярная самосборка (4.1.3), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Изменение массы: транспортные реакции (1.2.1), термохимический метод (1.3.1), перевод в химически связанный вид (1.3.3), перевод в гидратное состояние (1.3.4), перевод в гидридное состояние (1.4), в экзотермических реакциях (1.5.2., 1.5.6).

Изменение концентрации: транспортные реакции (1.2.1), перевод в химически связанный вид и выделение (1.3.3, 1.6.3), перевод в гидратное состояние (1.3.4), в сжатых газах (1.3.5), в гидридах (1.4), смещение химического равновесия (1.6.2), адсорбция-десорбция (2.3.2), полупроницаемые мембраны (4.1.4), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Изменение удельного веса: перевод в химически связанный вид (1.3.3), перевод в гидратное состояние (1.3.4), гидриды (1.4).

Изменение объема: перевод в химически связанный вид (1.3.3, 1.6.3), транспортные реакции (1.2.1), перевод в гидратное состояние (1.3.4), растворение в сжатых газах (1.3.5), перевод в гидриды (1.4), в экзотермических реакциях (1.5.2), в термохимических реакциях (1.5.3), растворение (1.5.5, 2.3.2), при взрыве (2.3.3).

Изменение формы: транспортные реакции (1.2.1), термохимическая обработка (1.3.1), газовые гидраты (1.3.4), сжатые газы (1.3.5), гидриды (1.4), плавление-затвердевание (1.5.4).

Изменение электрических свойств: гидрирование (1.4), восстановление окисей (1.4.6, 1.6.3), растворение солей (1.5.5), при СВЧ (1.5.6), нейтрализация электрических зарядов (2.5.2), при смещении химического равновесия (1.6.2), электризация окислением (2.5.2), газов при радиоактивном облучении (2.4.4), электрохромов (3.5), гидрофильный слой (4.1.1), комплексоны (4.2.3).

Изменение оптических свойств: восстановление окисей (1.4.6, 1.6.3), цвета (1.6.2, 2.5.4, 4.2.3), генерация света (2.4.1, 2.5.5, 2.5.6, 3.2.4, 3.2.5), изменение светопропускания (3.2.3, 3.5.3), в мономолекулярных слоях (4.2.2).

Изменение магнитных свойств: гидрирование (1.4), при СВЧ (1.5.6), окислителей (2.5.5), в кластерах (4.2.3).

Изменение биологических свойств: перевод в химически связанный вид (1.3.3), озонированием (2), гидрофильность-гидрофобность (4.1.4), комплексоны (4.2.3).

Изменение химических свойств: транспортные реакции (1.2.1), термохимическая обработка (1.3.1), химическое связывание газов (1.3.3), газовые гидраты (1.3.4), сжатые газы (1.3.5), гидрирование (1.4), восстановление окисей (1.4.6, 1.6.3), экзотермические реакции (1.5.2), термохимические реакции (1.5.3),

плавление-затвердевание (1.5.4), растворение солей (1.5.5), при СВЧ (1.5.6), смещение химического равновесия (1.6.2), озонирование (2), в фотохромах (3), гидрофильность-гидрофобность (4.1.4), перевод в микросостояние (4.2.1), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Изменение фазового состояния: транспортные реакции (1.2.1), термохимическая обработка (1.3.1), химическое связывание газов (1.3.3, 1.6.3), газовые гидраты (1.3.4), сжатые газы (1.3.5), гидриды (1.4), плавление-затвердевание (1.5.4, 3.2.6), растворение солей (1.5.5), выделение из растворов (1.6.2), адсорбция-десорбция (2.3.2), фотохромов (3.2.7).

Обезвреживание (деструкция): перевод в химически связанный вид (1.3.3, 1.6.2), перевод в гидратное состояние (1.3.4), в сжатых газах (1.3.5), гидрирование (1.4), экзотермические реакции (1.5.2, 1.5.6), термохимические реакции (1.5.3), растворение (1.5.5), озонирование (2), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Стабилизация (временное уменьшение активности): химическое связывание газов (1.3.3), перевод в гидратное состояние (1.3.4), в сжатых газах (1.3.5), в гидридах (1.4), плавление-затвердевание (1.5.4), в адсорбентах (2.3.2), комплексоны (4.2.3).

Превращение двух и более веществ в одно: транспортные реакции (1.2.1), термохимический метод (1.3.1), химическое связывание газов (1.3.3, 1.6.3), газовые гидраты (1.3.4), сжатые газы (1.3.5), гидриды (1.4), окисление-восстановление (1.4.6), экзотермические реакции (1.5.2, 1.5.6), термохимические реакции (1.5.3), растворение (1.5.5, 2.3.2), соединение взаимно-активных веществ (1.6.2), озонирование (2), фотохромизм (3.2.4), комплексоны (4.2.3).

Предохранение одного вещества от проникновения другого: путем химического связывания одного из них (1.3.3, 1.3.4, 1.6.2), защита гидратами (1.3.4), растворением в сжатых газах (1.3.5), защита гидридами (1.4), сжиганием (1.5.2), окислением (2), от окислителей (2.4.4), гидрофильность-гидрофобность (4.1.4), полупроницаемые мембраны (4.1.4), жидкие мембраны (4.2.4).

Нанесение одного вещества на поверхность другого: транспортные реакции (1.2.1), в гидратном состоянии (1.3.4), с помощью гидридов (1.4), окисление-восстановление (1.4.6), соединением взаимноактивных веществ (1.6.2), фотохромов (3.2.7, 3.3.4), электрохромов (3.5), молекулярная самосборка (4.1.3), гидрофильность-гидрофобность (4.1.4), жидкие мембраны (4.2.4).



Соединение разнородных веществ (уплотнение, закупорка): с помощью гидратов (1.3.4), с помощью гидридов (1.4), сваркой (1.5.2, 1.5.6), плавление-затвердевание (1.5.4), молекулярная самосборка (4.1.3).

Разделение веществ (выделение одного из другого): транспортные реакции (1.2.1), выделение химически связанных газов (1.3.3, 1.3.4), из сжатых газов (1.3.5), из гидридов (1.4), восстановление из окисей (1.4.6, 1.6.3), смещение химического равновесия (1.6.2), из адсорбентов (2.3.2), из озонидов (2.5.1), гидрофильность-гидрофобность (4.1.4), полупроницаемые мембраны (4.1.4), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Разрушение вещества: транспортные реакции (1.2.1), термохимический метод (1.3.1), разрушение химически связанных веществ (1.3.3, 1.3.4), выделение из сжатых газов (1.3.5), насыщение водородом (1.4), разрушение окисей (1.4.6, 1.6.3), сжигание (1.5.2, 1.5.6), растворение (1.5.5), смещение химического равновесия в смесях (1.6.2), соединение взаимоактивных веществ (1.6.2), окисление (2), взрывом (2.3.3, 2.5.5), комплексоны (4.2.3).

Размещение одного вещества в другом: транспортные реакции (1.2.1), химическое связывание газов (1.3.3, 1.6.3), газовые гидраты (1.3.4), в сжатых газах (1.3.5), в гидридах (1.4), в адсорбентах (2.3.2), растворение (1.5.5, 2.3.2, 2.4.4), комплексоны (4.2.3), молекулярная самосборка (4.1.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Получение новых веществ (синтез): транспортные реакции (1.2.1), термохимический метод (1.3.1), химическое связывание газов (1.3.3), газовые гидраты (1.3.4), гидриды (1.4), восстановление из окисей (1.4.6, 1.6.3), экзотермические реакции (1.5.2, 1.5.6), термохимические реакции (1.5.3), соединение взаимоактивных веществ (1.6.2), при смещении химического равновесия (1.6.2), озонирование (2), окислителей (2), сверхокислителей (2.6.1), озонидов (2.5.1), молекулярная самосборка (4.1.3), комплексоны (4.2.3).

Организация замкнутого цикла по веществу (поглощение-выделение): транспортные реакции (1.2.1), химическое связывание-выделение газов (1.3.3, 1.3.4), растворение в сжатых газах (1.3.5), гидриды (1.4), адсорбция-десорбция (2.3.2), с помощью озонидов (2.5.1), в электрохромах (3.5.2), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Сборка вещества из атомов: транспортные реакции (1.2.1), выделение из химически связанного вида (1.3.3, 1.3.4, 1.6.3), выделение из сжатых газов (1.3.5), из гидридов (1.4), восстановление из окисей (1.4.6), СВС (1.5.6), соединение взаимоактивных веществ (1.6.2), молекулярная самосборка (4.1.3), полупроницаемые

мембраны (4.1.4), переход молекула — агрегат (4.2.1), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Получение веществ с хорошо организованной структурой (получение чистых веществ): транспортные реакции (1.2.1), в химически связанном виде (1.3.3, 1.3.4, 1.6.3), выделение из сжатых газов (1.3.5), из гидридов (1.4), СВС (1.5.6), молекулярная самосборка (4.1.3, 4.2.1), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

Транспорт одного вещества сквозь другое: транспортные реакции (1.2.1), термохимический метод (1.3.1), в химически связанном виде (1.3.3, 1.3.4, 1.6.3), в сжатых газах (1.3.5), в гидридах (1.4), водород сквозь металлы (1.4), в термохимических реакциях (1.5.3), с использованием фазового перехода (1.5.4), при смещении химического равновесия (1.6.2), в адсорбированном виде (2.3.2), полупроницаемые мембраны (4.1.4), комплексоны (4.2.3), жидкие мембраны (4.2.4).

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ

Получение тепла (ввод тепловой энергии в систему): сжигание газовых гидратов (1.3.4), сжигание водорода (1.4.1), с помощью гидридов (1.4.5), энергоемкие вещества (1.5.2), экзотермические реакции (1.5.3), СВС (1.5.6), с использованием сильных окислителей (2.2.2), при разложении озона (2.3.3).

Получение холода (вывод тепловой энергии из системы): разложение газогидратов (1.3.4), с помощью гидридов (1.4.5), эндотермические реакции (1.5.3), при растворении (1.5.5).

Получение механических давлений: разложение газогидратов (1.3.4), разложение гидридов (1.4.3), разупрочнение металлов при наводороживании (1.4.2), разбухание металлов (1.4.4), при разложении жидкого озона (2.3.3).

Генерация светового излучения: хемилюминесценция (2.4.1, 2.5.5, 2.5.6, 3.2.4).

Аккумуляция тепла: в химических реакциях (1.5.3), при фазовых переходах (1.5.3, 1.5.4).

Аккумуляция холода: в гидридах (1.4.5).

Аккумуляция световой энергии: фотохромизм (3.1.2, 3.2).

Транспорт тепловой энергии: транспортные реакции (1.2.1, 1.2.3), в гидридных аккумуляторах (1.4.5).

Транспорт (сток) статического электричества: металлизация тканей (1.2.4), обработка озоном (2.5.2), гидрофильное покрытие (4.1.4).

Регулирование световой энергии: фотохромизм (3.1.2, 3.2.3).

Энергетические воздействия на вещество: коронный разряд (2.3.1), радиоактивное излучение (2.3.1, 2.4.4), кавитация (2.5.3), УФ-свет (2.5.3, 2.6.1, 3.2.5), электрическое поле (2.5.3), электрический ток (2.6.1), электромагнитное поле (2.5.3). ИК-свет (2.6.1), СВЧ-разряд (2.6.1), видимый свет (3.2), тепловая энергия (3.2.5).

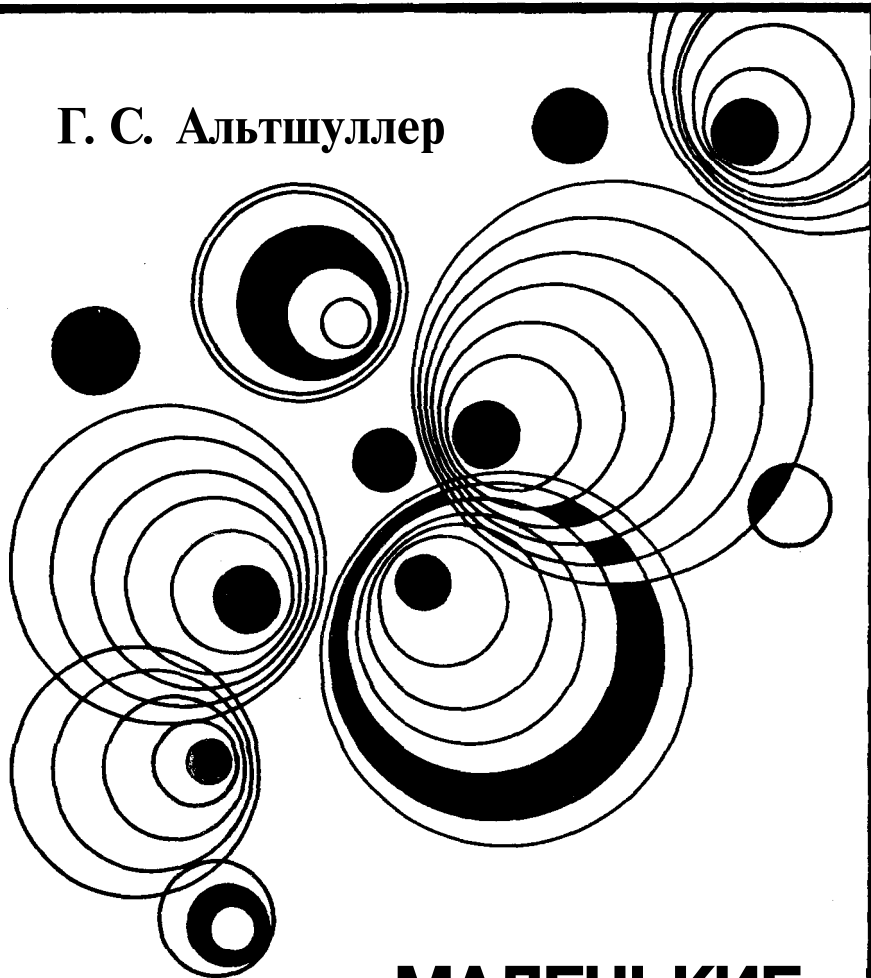
### **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ**

Индикация текущей информации о веществе: водороде (1.4.4), металлоорганических примесях в газе (2.5.2), озоне (2.5.4, 2.5.5), хемилюминесценция в реакциях окисления (2.4.1, 2.5.5, 2.5.6), флуоресценция (3.2.6), гидрофотография (3.2.6), гидродинамика потоков (3.2.7).

Индикация информации об энергии: тепловой при фазовом переходе (1.5.3, 1.5.4), тепловой в термохромах (3.3, 3.6.2), коронного разряда по образованию озона (2.3.1, 2.5.2), радиоактивного излучения по образованию озона (2.3.1, 2.4.4), радиоактивного излучения в радиохромах (3.4), видимого излучения в фотохромах (3.2.4, 3.2.6), УФ-излучения в фотохромах (3.2.5).



Г. С. Альтшуллер



# МАЛЕНЬКИЕ НЕОБЪЯТНЫЕ МИРЫ

Стандарты на решение изобретательских задач  
задач



---

Работа Г. С. Альтшуллера «Маленькие необъятные миры» посвящена, пожалуй, самым парадоксальным инструментам ТРИЗ — стандартам на решение творческих (то есть по существу своему нестандартных!) задач.

Стандарты рождены практикой применения ТРИЗ: в середине 70-х годов выяснилось, что некоторые задачи, относящиеся к разным отраслям техники и, казалось бы, совершенно не похожие друг на друга, решаются одними и теми же приемами. Как, например, ввести в техническую систему вещество, если вводить вещество категорически запрещено условиями задачи? Или: как решить задачу на измерение, если *нет никакой возможности проводить измерения?*.. Первоначально стандартов было мало — менее десятка. Постепенно их число увеличивалось, в фонд стандартов включались все более хитроумные приемы, методы, подходы.

Современные стандарты образуют определенную систему: к каждому этапу в жизни машины «привязаны» свои стандарты. Разобравшись в системе стандартов и получив некоторые навыки их применения, новатор может уверенно вступать в единоборство с большинством современных задач. Стандартов сегодня насчитывается немало — около восьми десятков. Но ведь и химических элементов чуть больше сотни, а из них сложено все бесконечное многообразие мира...

Эта часть книги открывает читателю удивительный мир изобретательских стандартов, знакомит с опытом решения задач по ним, рассказывает о перспективах развития этого важнейшего инструмента ТРИЗ.

А. Б. Селюцкий

## СТАНДАРТНЫЕ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

### 76 СТАНДАРТОВ

С самого начала разработки ТРИЗ было ясно — необходимо иметь мощный и информационный фонд, включающий прежде всего типовые приемы устранения технических противоречий. Работа по его созданию велась много лет: было проанализировано свыше 40 000 изобретений, выявлено 40 типовых приемов (вместе с подприемами — более 100).

В глубине технических противоречий — противоречия физические. По самой своей сути физические противоречия (ФП) предъявляют двойственные требования к объекту: быть подвижным и неподвижным, горячим и холодным и т. п. Неудивительно, что изучение приемов устранения ФП привело к выводу, что должны существовать парные (двойственные) приемы, более сильные, чем одинарные. Информационный фонд ТРИЗ пополнился списком парных приемов (дробление — объединение и т. д.).

В дальнейшем выяснилось, что решение сложных задач обычно связано с применением комплексных приемов, включающих несколько обычных (в том числе и парных) и физические эффекты. Наконец, были выделены особо сильные сочетания приемов и физэффектов — они и составили первую, еще многочисленную группу стандартов на решение изобретательских задач.

Первые стандарты были найдены эмпирически: некоторые сочетания приемов и физэффектов встречались в практике столь часто и давали решения столь сильные, что сама собой напрашивалась мысль о превращении их в стандарты.

Итак, *стандарты — это правила синтеза и преобразования технических систем, непосредственно вытекающие из законов развития этих систем.*

Поначалу стандарты не были упорядочены: они включались в фонд по мере выявления. Число их быстро увеличивалось: 5, 9, 11, 18... В 1979 году была составлена первая система, включающая 28 стандартов. Систематизация велась с позиций вепольного анализа. Определились основные классы стандартов: 1) стандарты на изменение систем (и изменения в системах); 2) стандарты на обнаружение и измерение систем (и в системах); 3) стандарты на применение стандартов.



К концу 1984 года в большинстве школ ТРИЗ применялись системы, включающие 54, 59 и 69 стандартов. Практика показала, что стандарты — весьма сильный инструмент ТРИЗ. Намечилась перспектива: основная часть задач должна решаться по стандартам, в то время как АРИЗ следует использовать преимущественно для анализа нестандартных задач и получения информации, помогающей формировать новые стандарты. Кроме того, появилась надежда, что при дальнейшем усовершенствовании система стандартов превратится — в отличие от АРИЗ — в инструмент прогнозирования развития технических систем.

В 1983—1986 годах велась интенсивная работа по изучению законов развития технических систем. По современным представлениям развитие систем идет по линии: неполные веполы — полные веполы — сложные веполы — форсированные веполы — комплексно-форсированные веполы. В любом звене этой цепи возможен как переход «вверх» — на следующий системный уровень, так и переход «вниз» — на более низкий системный уровень. Удалось вскрыть некоторые механизмы, реализующие эту общую схему: переход к би- и полисистемам, операции свертывания, переход на микроуровень и т. д. Новые знания о законах развития технических систем позволили внести коррективы в структуру системы стандартов, пополнить ее новыми сильными стандартами. Нововведения были опробованы на семинарах в 1984—1986 годах. Оказалось возможным перейти к системе, включающей 76 стандартов.

#### Отличия новой системы:

1. Классификация стандартов приведена в соответствии с общей схемой развития технических систем: простые веполы — сложные веполы — форсированные веполы — комплексно форсированные веполы — переход в надсистему и к подсистемам.

2. Введен ряд новых стандартов. Появление некоторых из них обусловлено углублением знаний о законах развития технических систем, подсказано логикой самой системы стандартов (заполнение «пустых» клеток).

3. Значительно увеличено число типичных примеров на стандарты. Примеры дополняют общую формулу стандарта практически важными тонкостями и нюансами. С этой же целью в текст стандартов включены 15 учебных задач.

Стандарты — истребители технических и физических противоречий. Их цель — преодоление противоречий, в крайнем случае — их обход. Победить противоречие, совместить несовместимое, осуществить невозможное — в этом смысл стандартов.

Хочется верить, что знакомство с системой 76 стандартов даст новатору сильные инструменты творческого решения практических производственных задач.

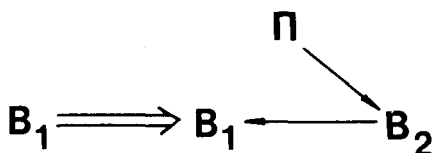
# КЛАСС 1. ПОСТРОЕНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ ВЕПОЛЬНЫХ СИСТЕМ

## 1.1. СИНТЕЗ ВЕПОЛЕЙ

Главная идея этого подкласса четко отражена в стандарте 1.1.1: для синтеза работоспособной технической системы необходимо — в простейшем случае — перейти от невеполя к веполю. Нередко построение веполя наталкивается на трудности, обусловленные различными ограничениями на введение веществ и полей. Стандарты 1.1.2—1.1.8 показывают типичные обходные пути в таких случаях.

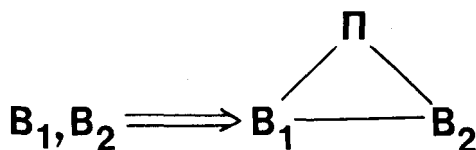
### 1.1.1

Если дан объект, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничений на введение веществ и полей, задачу решают синтезом веполя, вводя недостающие элементы. Например:

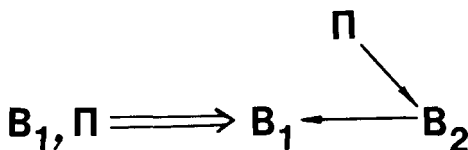


А. с. 283 885. Способ деаэрации порошкообразных веществ, отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса деаэрацию проводят под действием центробежных сил.

Даны два вещества — порошок и газ — сами по себе не взаимодействующие. Введено поле, образовался веполю:



Другой пример. Гравитационное поле и спиленное дерево еще не образуют веполю — нет второго вещества, поэтому поле не обрабатывает дерево. По а. с. 461 722 падающее дерево встречает на своем пути ножовое устройство, которое срезает сучья:



Чтобы дозированно подавать сыпучие или жидкие вещества, необходимо нанести их ровным слоем на легкоудаляемый материал (например, бумагу). При подготовке такого «бутерброда» происходит переход от одного вещества к двум, а для удаления основы веполь достраивают введением поля (например, теплового или механического).

А. с. 305 363. Способ непрерывного дозирования сыпучих материалов по весу в единице объема, например абразива, при ускоренных износных испытаниях двигателя внутреннего сгорания, отличающийся тем, что с целью повышения точности абразив предварительно наносят равномерным слоем на поверхность гибкой ленты из легковоспламеняющегося вещества, подают ее с заданной скоростью в зону нагрева и сжигают, а абразив отводят к испытываемому объекту.

Аналогично проводят микродозирование по а. с. 421 327: раствор биохимических препаратов наносят на бумагу, а получение необходимой микродозы осуществляют отделением требуемой площади плоского носителя.

*Задача 1.* При горячей прокатке надо подавать жидкую смазку в зону соприкосновения металла с валками. Существует множество систем подачи смазки: самотеком, с помощью разного рода «щеток» и «кистей», под напором (т. е. струйками) и т. д. Все эти системы очень плохи: смазка разбрызгивается, поступает в нужные места неравномерно и в недостаточном количестве, большая часть смазки теряется, загрязняет воздух. Нужно иметь десять разных режимов смазки — известные способы не обеспечивают такую регулировку.

Требуется способ смазки, который обеспечит поступление в нужные зоны необходимого количества смазки — без ее потерь и без существенного усложнения оборудования.

Решение задачи 1 по стандарту 1.1.1:

А. с. 589 046. Способ подачи жидкой смазки в очаг деформации при горячей прокатке отличается тем, что с целью исключения загрязнения окружающей среды и сокращения расхода жидкой смазкой пропитывают носитель, который подают в очаг деформации с прокаливаемым металлом. В качестве носителя используют материал, ликвидирующий при температуре деформации, например, в результате сгорания или испарения (в частности, бумажную ленту).

Веполь часто приходится образовывать при решении задач на выполнении операций с тонкими, хрупкими и легкодеформируемыми объектами. На время выполнения этих операций объект объединяют с веществом, делающим его твердым и прочным, а затем это вещество удаляют растворением, испарением и т. д.

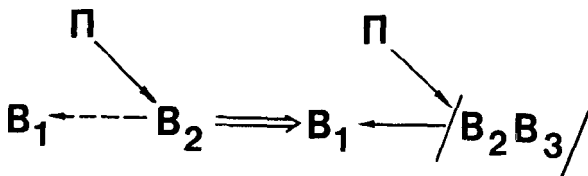
А. с. 182 661. Способ изготовления тонкостенных трубок из нихрома, включающий волочение и промежуточные отжиги в вакууме, отличающийся тем, что с целью получения трубок с толщиной стенок 0,01 мм и обеспечения при этом допуска отклонения по толщине стенки в пределах 0,002—0,003 мм, повышения выхода годного

волочение на последних операциях доводки осуществляют на алюминиевом стержне, удаляемом после обработки вытравливанием щелочью.

А. с. 235 979. Способ изготовления резиновых шаров-разделителей путем формования и вулканизации резиновой оболочки на ядре, отличающийся тем, что с целью придания шару необходимых размеров ядро формируют из смеси измельченного мела с водой с последующей просушкой и разрушением твердого ядра после вулканизации жидкостью, вводимой с помощью иглы.

### 1.1.2

Если дан веполь, плохо поддающийся нужным изменениям, и условия задачи не содержат ограничений на введение добавок в имеющиеся вещества, задачу решают переходом (постоянным или временным) к внутреннему комплексному вепюлю, вводя в  $V_1$  или  $V_2$  добавки, увеличивающие управляемость или придающие вепюлю нужные свойства:



Здесь  $V_1$  — изделие,  $V_2$  — инструмент,  $V_3$  — добавка; скобками обозначена внутренняя комплексная связь (внешняя комплексная связь обозначается без скобок).

А. с. 265 068. Способ проведения массообменных процессов с вязкой жидкостью. Жидкость предварительно газифицируют.

А. с. 1 044 879. Клапан для токсичных и взрывчатых веществ. Корпус клапана заполнен легкоплавким припоем, в который введены ферромагнитные частицы (с внешней стороны установлен электромагнит).

### Пояснения.

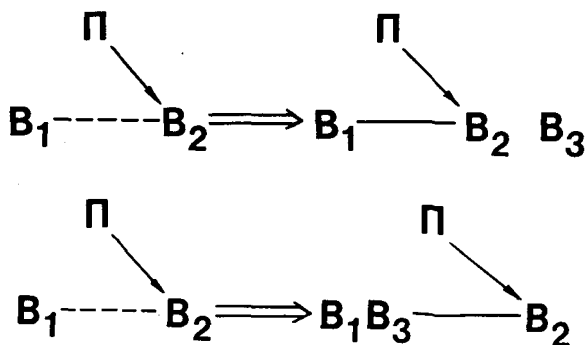
Нередко по условиям задачи даются два вещества, причем оба они плохо взаимодействуют с полем. Веполь как бы есть (все три элемента заданы) и его как бы нет, он не «складывается». Простейшие обходные пути в этом случае состоят во введении добавок — внутренних (в одно из веществ) и наружных (на одно из веществ). Такие веполи получили название комплексных (стандарты 1.1.2 и 1.1.3).

Иногда одно и то же решение — в зависимости от постановки задачи — может быть записано и как постро-

ка веполя и как постройка комплексного веполя. Например: «Как визуально обнаружить маленькие капельки жидкости?» Решение: синтез веполя — в жидкость предварительно вводят люминофор и освещают зону поиска ультрафиолетовым светом (а. с. 277 805). Возможна иная постановка той же задачи: «Как обнаружить неплотности в агрегате холодильника?» Здесь веществами являются «неплотности» и протекающие сквозь них капли жидкости. Люминофор — добавка, образующая внутренний комплекс с веществом жидкости.

### 1.1.3

Если дан веполю, плохо поддающийся нужным изменениям, а условия задачи содержат ограничения на введение добавок в имеющиеся вещества  $V_1$  или  $V_2$ , задачу решают переходом (постоянным или временным) к внешнему комплексному веполю, присоединяя к  $V_1$  или  $V_2$  внешнее  $V_3$ , увеличивающее управляемость или придающее веполю нужные свойства:



Предположим, в условиях задачи на обнаружение неплотностей в агрегате холодильника имеется ограничение: люминофор нельзя вводить в жидкость. В этом случае вещество-обнаружитель может быть расположено на наружной поверхности агрегата (а. с. 311 109). Возникает внешний комплексный веполю.

Если дан веполю, плохо поддающийся нужным изменениям, а условия задачи содержат ограничения на введение в него или присоединение к нему веществ, задачу решают достройкой веполя, используя в качестве вводимого вещества имеющуюся внешнюю среду.

А. с. 175 835. Саморазгружающаяся баржа по а. с. 163 914 отличается тем, что с целью повышения надежности возврата баржи в исходное положение после разгрузки при любых углах крена и опрокидывания она выполнена с балластной килевой цистерной, имеющей в наружных стенках отверстия, постоянно сообщающиеся с забортным пространством.

Нужно иметь тяжелый киль и нельзя иметь тяжелый киль. Выход: сделать киль из воды. В воде такой киль ничего не весит, а когда баржа опрокинута, киль оказывается в воздухе и приобретает вес. Вода не успевает вытечь из отверстий — киль возвращает баржу в нормальное положение.

Если необходимо менять, вес движущегося тела, а это сделать нельзя, то телу надо придать форму крыла и, меняя наклон крыла к направлению движения, получить дополнительную направленную вверх или вниз силу.

А. с. 358 689. Центробежный датчик угловой скорости, содержащий двуплечие рычаги и грузы, отличающийся тем, что с целью уменьшения габаритов и веса грузы выполнены в виде крыла для создания дополнительной подъемной силы при вращении.

А. с. 167 784. Центробежный тормозного типа регулятор числа оборотов роторного ветродвигателя, установленный на вертикальной оси ротора, отличающийся тем, что с целью поддержания скорости вращения ротора в малом интервале числа оборотов при сильном увеличении мощности грузы регулятора выполнены в виде лопастей, обеспечивающих аэродинамическое торможение.

А. с. 526 399. Дебалансный вибратор, содержащий вал, дебаланс и устройство для крепления дебаланса к валу на заданном расстоянии от вала, отличающийся тем, что с целью увеличения возмущающей силы дебаланс выполнен в виде тела, имеющего в поперечном сечении профиль крыла.

#### 1.1.5

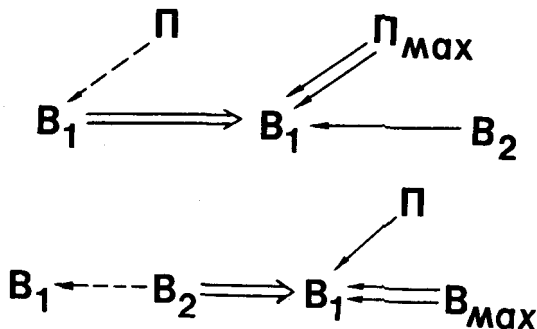
Если внешняя среда не содержит веществ, необходимых для построения веполя по стандарту 1.1.4, это вещество может быть получено заменой внешней среды, ее разложением или введением в нее добавок.

А. с. 796 500. В опорном узле скольжения используют смазку (в данном случае — это внешняя среда). Для улучшения демпфирования смазку газифицируют, разлагая ее электролизом.

#### 1.1.6

Если нужен минимальный (дозированный, оптимальный) режим действия, а обеспечить его по условиям задачи трудно или невозможно, надо использовать максимальный режим, а избыток убирать.

При этом избыток поля убирают веществом, а избыток вещества — полем. Избыточное действие обозначено двумя стрелками:

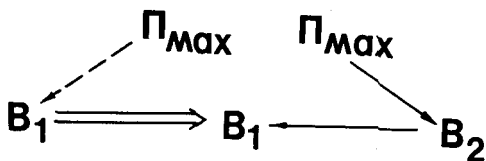


А. с. 242 714. Для получения тонкого слоя краски на изделие наносят избыточное покрытие, окуная изделие в бак с краской. Затем изделие вращают, и центробежные силы сбрасывают избыток краски.

А. с. 907 503. Способ дозирования тонера (включающий добавку в двухкомпонентный проявляющий состав тонера) по мере его расхода в процессе проявления, отличающийся тем, что с целью повышения качества изображения добавку тонера осуществляют в количестве, превышающем максимальный расход тонера на проявление одной копии, а из проявляющего состава одновременно с проявлением удаляют избыточное количество тонера.

#### 1.1.7

Если нужно обеспечить максимальный режим действия на вещество, а это по тем или иным причинам недопустимо, максимальное действие следует сохранить, но направить его на другое вещество, связанное с первым:



А. с. 120 909. При изготовлении предварительно напряженного железобетона нужно растянуть стальные стержни. Для этого их нагревают. От тепла стержни удлиняются, и в таком виде их закрепляют. Однако, если вместо стержней использовать проволоку, ее надо нагревать до 700°, а допустим нагрев только до 400° С (при большом нагреве проволока теряет свои свойства). Предложено

нагревать нерасходуемый жаропрочный стержень, который от нагрева удлиняется и в таком виде соединяется с проволокой. Охлаждаясь, стержень укорачивается и растягивает проволоку, оставшуюся холодной.

### 1.1.8

Если нужен избирательно-максимальный режим (максимальный режим в определенных зонах при сохранении минимального в других), поле должно быть либо максимальным, либо минимальным.

В первом случае в места, где необходимо минимальное воздействие, вводят защитное вещество (1.1.8.1).

Во втором — в места, где необходимо максимальное воздействие, вводят вещество, дающее локальное поле, например, термитные составы — для теплового воздействия, взрывные составы — для механического воздействия (1.1.8.2).

А. с. 264 619. Для запайки ампулы с лекарством горелку включают на максимальный режим, а избыток пламени отсекают, погружая корпус ампулы в воду (так, что высывается только верхушка ампулы).

А. с. 743 810. В зазор между свариваемыми деталями закладывают экзотермическую смесь, выделяющую при сварке локальное тепло.

*Задача 2.* Имеются полистироловые катушки с тонким изолированным проводом и металлическими ножками. Припайку провода к ножкам осуществляли окунанием в ванну с припоем при  $280^\circ$ . Однако при этом требовалась зачистка концов провода. С целью повышения производительности было предложено вести пайку при температуре припоя  $380^\circ$ . При этой температуре изоляция провода сгорает, происходит лужение провода. Однако при такой температуре ножки катушки перегреваются, полистирол размягчается и ножки перекашиваются, а это недопустимо. Как быть?

Решение задачи 2 по стандарту 1.1.8.2:

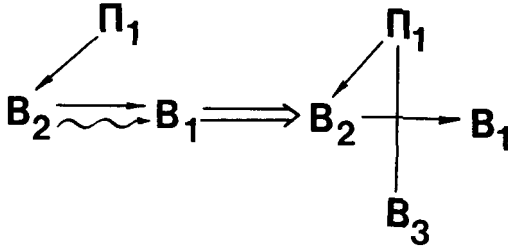
Ножки с концами проводов предварительно окунают в экзотермическую смесь с температурой сгорания  $350\text{--}400^\circ\text{C}$ , а затем пайка ведется как раньше — окунанием в припой с температурой  $280^\circ\text{C}$ . Изоляция сгорает при вспышке экзотермической смеси, а полистирольная катушка не размягчается.

## 1.2. РАЗРУШЕНИЕ ВЕПОЛЕЙ

В подкласс 1.2 входят стандарты на разрушение веполей и устранение или нейтрализацию вредных связей в них. Наиболее сильная идея этого подкласса — мобилизация необходимых элементов за счет использования имеющихся вещественно-полевых ресурсов. Особенно важен стандарт 1.2.2, по которому функции нового вещества выполняет уже имеющееся в системе, но видоизмененное вещество.



Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные — полезное и вредное — действия (причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно), задачу решают введением между двумя веществами постороннего третьего вещества, дарового или достаточно дешевого:



(Волнистой стрелкой обозначено взаимодействие, которое по условиям надо устранить.)

А. с. 937 726. При взрывном уплотнении стенок скважины взрывные газы, выполняя полезную функцию, одновременно оказывают и вредное действие — приводят к образованию трещин в стенках. Предложено «окутать» шнуровой заряд оболочкой из пластилина: давление передается, трещин нет.

А. с. 724 242. Способ гибки ошипованной трубы намоткой ее в холодном состоянии на гибочный шаблон отличается тем, что с целью повышения качества при гибке трубы на радиус менее трех наружных диаметров трубы при намотке трубы ее шипы погружают в слой эластичного материала, например полиуретана.

А. с. 460 148. Способ изготовления изделий без снятия поверхностного слоя материала, например, пластическим деформированием в технологической среде с последующей очисткой (например, ультразвуковой) в моющей жидкости. Отличается тем, что с целью интенсификации процесса очистки на поверхность изделия перед обработкой наносят вещество, удаляющееся в моющей жидкости легче, чем технологическая среда.

А. с. 880 889. Способ упаковки и консервации изделий со сложно-рельефной поверхностью, предусматривающий окунание их в расплав полимера. Отличается тем, что с целью облегчения съема упаковки перед окунанием в расплав вводят подслои, содержащий парообразующее вещество.

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные — полезное и вредное — действия, причем непосредственное соприкосновение веществ сохранять необязательно, а использование

посторонних веществ запрещено или нецелесообразно, задачу решают введением между двумя веществами третьего, являющегося их видоизменением (см. вепольную формулу ст. 1.2.1).

Вещество  $B_3$  может быть введено в систему извне в готовом виде или получено (действием  $P_1$  или  $P_2$ ) из имеющихся веществ. В частности,  $B_3$  может быть «пустотой», пузырьками, пеной и т. д.

А. с. 412 062. Способ предупреждения кавитационной эрозии гидродинамических профилей, например подводных крыльев, путем покрытия поверхности профиля защитным слоем. Отличается тем, что с целью повышения его эффективности при одновременном снижении гидродинамического сопротивления профиля защитный слой создают непрерывным намораживанием на поверхности корки льда по мере разрушения ее от кавитации, поддерживая толщину защитного слоя в установленных пределах, исключающих оголение и ее эрозию под действием кавитации.

А. с. 783 154. Способ транспортирования пульпы по трубопроводу, включающий подачу пульпы в трубопровод и перемещение по нему. Отличается тем, что с целью снижения износа трубопровода наружную стенку последнего охлаждают до образования на внутренней его поверхности слоя замороженной пульпы.

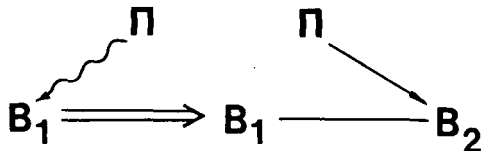
*Задача 3.* При осаждении металлов электролизом из водных растворов возникает проблема отделения осадка (продукции) от катода (инструмента). Операция эта весьма трудоемкая и производится вручную (красноречиво само название операции — «сдирка»). Как быть?

Решение задачи 3 по стандарту 1.2.2:

Между катодом и слоем осажденного на катод металла должна быть прослойка — легкообразующаяся, электропроводная, легкоразрушающаяся. По а. с. 553 309 такую прослойку получают, покрывая катод рыхлым губчатым слоем осаждаемого металла, который наносят электролитически в режиме предельного тока.

### 1.2.3

Если необходимо устранить вредное действие поля на вещество, задача может быть решена введением второго элемента, оттягивающего на себя вредное действие поля:

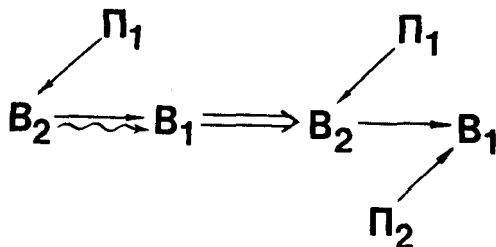


А. с. 152 492. Для защиты подземных кабельных линий от повреждений, вызываемых образованием в грунте морозобойных трещин, заранее прорывают узкие прорезы («трещины») в стороне от трассы кабеля.

Для защиты труб от разрыва при замораживании в трубе размещают надувную пластмассовую вставку (шланг). Замерзая, вода расширяется и сдавливает мягкую вставку, а труба остается целой.

#### 1.2.4

Если между двумя веществами в веполе возникают сопряженные — полезное и вредное — действия, причем непосредственное соприкосновение веществ — в отличие от стандартов 1.2.1 и 1.2.2 — должно быть сохранено, задачу решают переходом к двойному веполу, в котором полезное действие остается за полем  $\Pi_1$ , а нейтрализацию вредного действия (или превращение вредного действия во второе полезное действие) осуществляет  $\Pi_2$ :

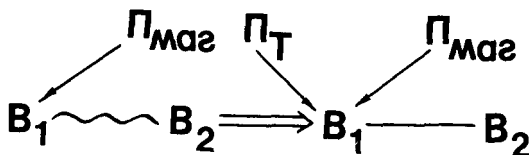


А. с. 755 247. Для опыления цветков обдувают воздухом. Но цветок от ветра закрывается. Предложено раскрывать цветок воздействием электрического заряда.

А. с. 589 482. Автоматическая система с обратной связью возбуждает в фундаментных опорах колебания, равные по величине, но противоположные по направлению колебаниям, возникающим при работе технологического оборудования.

#### 1.2.5

Если надо разрушить веполь с магнитным полем, задача может быть решена с применением физэффектов, «отключающих» ферромагнитные свойства веществ, например размагничиванием при ударе или при нагреве выше точки Кюри:



А. с. 397 289. Способ контактной приварки ферропорошков. Перед подачей в зону приварки порошок нагревают до точки Кюри. Это предотвращает выталкивание порошка магнитным полем сварочного тока.

А. с. 312 746. Способ внутреннего шлифования путем воздействия на изделие ферромагнитной средой, которую приводят в движение посредством вращающегося магнитного поля. Отличается тем, что с целью интенсификации обработки изделий из ферромагнитного материала последние нагревают до температуры, равной или выше точки Кюри.

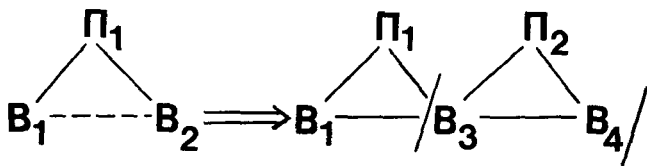
## КЛАСС 2. РАЗВИТИЕ ВЕПОЛЬНЫХ СИСТЕМ

### 2.1. ПЕРЕХОД К СЛОЖНЫМ ВЕПОЛЯМ

Повышение эффективности веполей может быть достигнуто прежде всего переходом от простых веполей к сложным — цепным и двойным. Усложнение здесь относительно небольшое, между тем переход обеспечивает появление новых и усиление уже имеющихся качеств, прежде всего управляемости системы.

#### 2.1.1

Если нужно повысить эффективность вепольной системы, задачу решают превращением одной из частей веполя в независимо управляемый веполю и образованием цепного веполя:



( $B_3$  или  $B_4$  в свою очередь может быть развернуто в веполю.)

А. с. 428 119. Устройство для заклинивания, содержащее клин и клиновую прокладку с нагревательным элементом, отличающееся тем, что с целью облегчения извлечения клина клиновья прокладка выполнена из двух частей, одна из которых легкоплавкая.

А. с. 1 052 351. Сборный инструмент, в котором корпус состоит из двух concentrically расположенных втулок (вместо одного цилиндра). Втулки сопряжены между собой с гарантированным натягом и выполнены из материалов с различным коэффициентом линейного расширения, выбранных из условия сохранения гарантированного натяга и создания осевого натяга в инструменте.

Если в технической системе имеется объект, который движется или должен двигаться под действием силы тяжести вокруг некоторой оси, и надо управлять движением этого объекта, задача решается введением в данный объект вещества, управляемо движу-

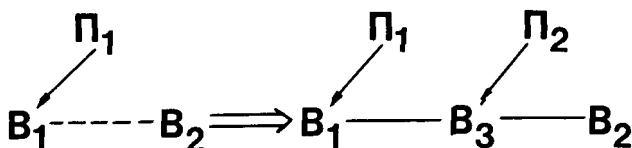
щегося внутри объекта и вызывающего своим движением перемещение центра тяжести системы.

А. с. 271 763. Самоходный кран с подвижным противовесом.

А. с. 508 427. Трактор с подвижным центром тяжести для работы на крутых склонах.

А. с. 329 441. Качающийся дозатор имеет ковш, постепенно заполняемый жидкостью, и противовес. Когда ковш наполняется, дозатор наклоняется и выливает жидкость. Однако такой дозатор слишком рано начинает подниматься — часть жидкости остается в ковше. Предложено в противовесе сделать канал, в котором свободно перемещается шарик. При опрокидывании ковша шарик смещается к оси, передвигает центр тяжести системы и тем самым удерживает ковш наклонным до полного слива жидкости.

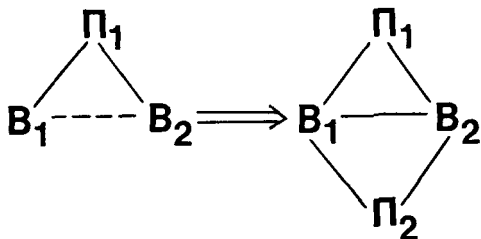
Цепной веполь может образовываться и при развертывании связей в веполе. В этом случае связь  $V_2$  -----  $V_2$  встраивается в звено  $P_2$  -----  $V_3$ :



Патент Англии 824 047. Предлагается устройство для передачи вращения с одного вала к другому (муфта), содержащее наружный и внутренний роторы, охваченные электромагнитом. В зазоре между роторами находится магнитная жидкость, твердеющая в магнитном поле. Если электромагнит не включен, роторы свободно вращаются относительно друг друга. При включении электромагнита жидкость приобретает твердость и жестко связывает роторы, то есть позволяет передавать вращающий момент.

### 2.1.2

Если дан плохо управляемый веполь и нужно повисить его эффективность, причем замена элементов этого веполя недопустима, задача решается постройкой двойного веполя путем введения второго поля, хорошо поддающегося управлению:



А. с. 275 331. Способ регулируемого расхода жидкого металла из разливочного ковша, отличающийся тем, что с целью безаварийной разливки гидростатический напор регулируют высотой металла над отверстием разливочного стакана, вращая металл в ковше электромагнитным полем.

*Задача 4.* Установка для получения искусственных шаровых молний представляет собой реактор («бочку»), внутри которого находится гелий (давление до 3 атм.). Под действием мощного электромагнитного излучения в гелии возникает плазменный шнуговой разряд, стягивающийся в сферический сгусток плазмы. Для удержания этого сгустка в центральной части «бочки» используют соленоид, кольцеобразно расположенный вокруг «бочки». Изменились условия опыта — резко повысилась мощность ЭМ-излучения. Плазма стала горячее и, следовательно, менее плотной, более легкой. Плазменный шар стал всплывать вверх. Чтобы удерживать молнию в центре «бочки», попробовали повысить мощность соленоидного кольца. Ничего не получилось: молния поднималась вверх — только чуть медленнее. Сотрудники П. Л. Капицы предложили демонтировать установку, строить новую, имеющую значительно более сильную соленоидную систему. Но П. Л. Капица нашел другое решение. Какое?

Решение задачи 4 по стандарту 2.1.2:

Дан неэффективный (неуправляемый) веполь: гравитационное поле, плазменный разряд, газ. Необходимо ввести второе (управляемое) поле. Каким оно может быть? Гравитационные, тепловые, электромагнитные поля отпадают по условиям задачи. Остаются различные механические поля, прежде всего — поле центробежных сил.

«Идея заключалась в том, чтобы завертеть по кругу газ... Вместе с газом завертелся и сам разряд и перестал всплывать... А заставляли газ непрерывно вращаться самые обычные воздуходувки, хорошо знакомые всем по домашнему пылесосу. Впрочем, именно пылесос и был использован на первых порах» («Химия и жизнь», 1971, № 3, с. 8).

## 2.2. ФОРСИРОВАНИЕ ВЕПОЛЕЙ

Общая идея шести стандартов, входящих в этот подкласс, заключается в увеличении эффективности веполей — простых и сложных — без введения новых полей и веществ. Достигается это форсированным использованием имеющихся вещественно-полевых ресурсов.

### 2.2.1

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена заменой неуправляемого (или плохо управляемого) рабочего поля управляемым (хорошо управляемым) полем, например заменой гравитационного поля механическим, механического — электрическим и т. д.

А. с. 989 386. Способ определения поверхностного натяжения жидкостей методом максимального давления в капле, выдавливаемой из капилляра, отличающийся тем, что с целью экономии дорого-

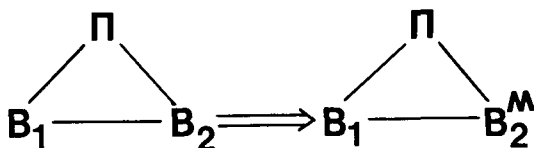
стоящих материалов, повышения воспроизводимости результатов и расширения круга исследуемых материалов максимальное давление создают с помощью центробежных сил, при этом измеряют скорость вращения жидкости в капилляре в момент выдавливания капли.

А. с. 496 146. Способ очистки электролита в процессе электро-механической обработки, основанный на отделении продуктов анодного растворения, отличающийся тем, что с целью повышения качества очистки электролит до входа в рабочий зазор пропускают через электростатическое поле.

А. с. 1 002 259. Способ сгущения биосуспензий путем аэрации и флотации в псевдосжиженном слое частиц дисперсного материала в присутствии поверхностно активного вещества и коагулянта, отличающийся тем, что с целью повышения степени сгущения биосуспензий микроорганизмов активного ила в качестве дисперсного материала в зоне аэрации используют частицы из ферромагнетиков, а в зоне флотации — из сегнетоэлектриков.

## 2.2.2

Если дана веполярная система, ее эффективность может быть повышена путем увеличения степени дисперсности (дробления) вещества, играющего роль инструмента:



Пояснения.

1. Символом  $B^M$  обозначено вещество, состоящее из множества мелких частиц (песчинки, порошок, дробинки и т. д.).

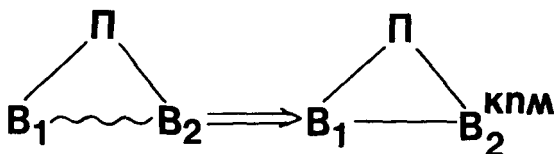
2. Стандарт 2.2.1 отражает одну из основных закономерностей развития технических систем — тенденцию к измельчению инструмента или его части, непосредственно взаимодействующей с изделием.

А. с. 272 737. При последовательной перекачке разных жидкостей по одному трубопроводу использовались поршневые и шаровые разделители. Работали они плохо, быстро истирались, застревали и т. д. Предложено ввести в зону контакта жидкостей разделитель из дробинки размерами 0,3—0,5 мм с плотностью равной средней плотности жидкостей.

А. с. 354 145. В шите для выемки угольных пластов вместо балок большого диаметра предложено использовать пучки из тонкомерных стержней. Видна линия дальнейшего развития: от пучков стержней к пучкам нитей.

### 2.2.3

Особый случай дробления вещества — переход от сплошных веществ к капиллярно-пористым. Переход этот осуществляется по линии «сплошное вещество — сплошное вещество с одной полостью — сплошное вещество со многими полостями (перфорированное вещество) — капиллярно-пористое вещество — капиллярно-пористое вещество с определенной структурой (и размерами) пор». По мере развития этой линии увеличивается возможность размещения в полостях-порах жидкого вещества и использования физических эффектов:



А. с. 243 177. Устройство для передачи усилий от опоры копра на фундамент. Отличается тем, что с целью обеспечения равномерности давления на фундамент выполнено в виде плоского замкнутого сосуда, заполненного жидкостью.

А. с. 878 312. Огнепреградитель, содержащий корпус с размещенными между решеток гранулами насадки, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности работы огнепреградителя гранулы насадки выполнены полыми из легкоплавкого материала и заполнены огнетушащим веществом.

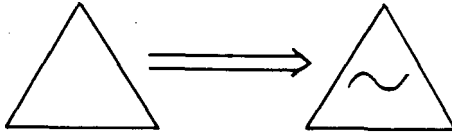
А. с. 403 517. Нагревательный стержень-паяльник выполнен не сплошным, а капиллярно-пористым. Благодаря этому можно отсасывать припой при демонтаже паяных соединений.

А. с. 493 252. Пучок капиллярных трубок (вместо одного крупного баллончика) образует устройство, аккуратно наносящее клей.

А. с. 713 697. Экструзионная головка, содержащая корпус с рабочим каналом, облицованным пористым материалом, и со штуцером для подвода смазки в рабочий канал через облицовку. Отличается тем, что с целью повышения экономичности путем возможности подачи смазки под сниженным давлением облицовка выполнена двухслойной, причем наружный слой выполнен с большим размером пор, чем внутренний, контактирующий с расплавом.



Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена путем увеличения степени динамизации, то есть перехода к более гибкой, быстро меняющейся структуре системы:



Пояснения.

1. Треугольным символом с волнистой линией обозначена динамичная вепольная система, перестраивающаяся в процессе работы.

2. Динамизация  $B_2$  чаще всего начинается с разделения  $B_2$  на две шарнирно соединенные части. Далее динамизация идет по линии: один шарнир — много шарниров — гибкое  $B_2$ .

3. Динамизация  $\Pi$  в простейшем случае осуществляется переходом от постоянного действия поля (или  $\Pi$  совместно с  $B_2$ ) к импульсному действию.

А. с. 324 990. Опора для шпалерных насаждений, выполненная в виде столба для крепления шпалерной проволоки, отличающаяся тем, что с целью использования самой опоры для осеннего пригибания ветвей, подвязанных к проволоке, она выполнена из двух шарнирно соединенных частей.

А. с. 943 392. Способ обработки тампонажного раствора путем воздействия на него магнитным полем, отличающийся тем, что с целью повышения качества тампонажного раствора воздействие магнитным полем ведут в импульсном режиме.

Эффективная динамизация системы может быть осуществлена за счет использования фазовых переходов первого рода (например, замерзание воды или таяние льда) или второго рода (например, эффект «памяти формы»).

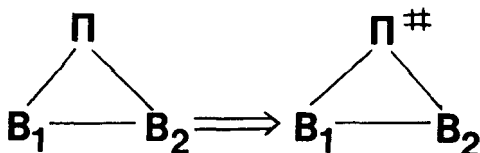
А. с. 280 867. Способ соединения токоподводящих шин электролизных ванн легкоплавким составом, помещенным в зазоры между концами шин. Отличается тем, что с целью снижения окисления сплава и улучшения электрического контакта между шинами количество тепла, отводимое от контактного соединения, регулируют так, чтобы при работе ванны поддерживать сплав в твердом состоянии, а при демонтаже и монтаже контактного соединения — в жидком.

А. с. 710 736. Устройство для гибки петель из проволоки, содержащее смонтированные в корпусе оправку и гибочный инструмент,

отличающееся тем, что с целью упрощения конструкции оно имеет нагреватель для гибочного инструмента. При этом гибочный инструмент выполнен из термообработанного материала, например из титано-никелевого сплава, способного при нагревании принимать полученную в процессе термообработки конфигурацию, восстанавливаемую до первоначальной при охлаждении.

### 2.2.5

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена переходом от полей однородных или имеющих неупорядоченную структуру к полям неоднородным или имеющим определенную пространственную структуру (постоянную или переменную):



Пояснения.

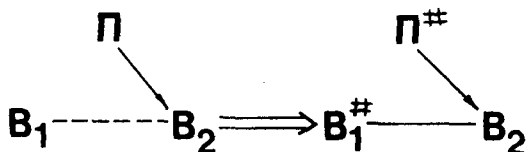
Значок # над буквой П указывает, что поле имеет определенную пространственно-временную структуру.

А. с. 504 538. Способ фумигации (окуривания ядовитым газом) помещений на судах. Пункт 1 формулы изобретения: используют звуковое поле. Пункт 3: источники звука работают в противофазе и создают стоячие волны.

А. с. 715 341. Частицы порошка заряжают разноименным электричеством. Наносят слой одного порошка на слой другого и перемещают их в неоднородном электрическом поле. При движении порошки быстро смешиваются.

А. с. 1 044 333. Для отделения из потока слабомагнитных тонких фракций предложено использовать неоднородное магнитное поле, создаваемое рифленной пластиной.

Если веществу, входящему в веполь (или могущему войти), должна быть придана определенная пространственная структура, то процесс следует вести в поле, которое имеет структуру, соответствующую требуемой структуре вещества:



А. с. 536 874. Способ профилирования материала (типа пруткового) путем наложения на заготовку ультразвуковых колебаний и ее пластической деформации, отличающийся тем, что с целью получения на заготовке периодического профиля синусоидального характера заготовку подвергают действию ультразвуковых колебаний так, чтобы расположение пучностей и узлов ультразвуковой волны соответствовало выступам и впадинам профиля, после чего осуществляется процесс пластического деформирования заготовки в осевом направлении.

Если надо перераспределить энергию поля, например с целью концентрации, или, наоборот, создать зоны, где действие поля не проявляется, следует перейти к использованию стоячих волн.

А. с. 1 085 767. Способ заточки стеклянных микропипеток, установленных под углом к подложке, на которую помещают свободный абразив, отличающийся тем, что с целью повышения производительности из абразива посредством возбуждения стоячей волны формируют валик, в который помещают обрабатываемый кончик микропипетки.

Стандарт 2.2.4 часто используют в сочетании со стандартом 1.2.5 (отключение магнитных связей).

А. с. 729 658. Способ изготовления ферритовых изделий со сложным магнитопроводом, включающий прессование ферритовой плиты с последующим обжигом и выполнением в ней нерабочих зон, отличающийся тем, что с целью повышения механической прочности изделий нерабочие зоны выполняют с местным *нагревом до* потери магнитных свойств.

А. с. 880 570. Способ сборки штампа по чертежу путем размещения на электромагнитной плите составляющих формообразующих элементов и последующего закрепления их на плите пропусканием через нее тока. Отличается тем, что с целью повышения производительности труда формообразующие элементы штампа выполняют из термомагнитного сплава, размещают их на плоскости электромагнитной плиты равномерно, посредством инфракрасных лучей проецируют на них изображение чертежа, нагревают освещенные участки до температуры перехода через точку Кюри, после чего через электромагнитную плиту пропускают ток.

*Задача 5.* Предположим, что на одной из планет системы Тау Кита обнаружена жизнь. Правда, всего лишь в виде планктона. Автоматы доставили на Землю образцы воды с крохотными (50—100 микрон) комочками живой материи. Сразу же возникла задача: как наблюдать «инопланетян» в микроскоп, если они находятся в постоянном броуновском движении? Посмотришь в микроскоп и ничего не разглядишь: тау-китяне, как сказано у поэта, «то явятся, то растворятся»...

Чтобы вести наблюдение с помощью микроскопа, объект нужно остановить и некоторое время (1—2 минуты) подержать на месте. Требуется предложить идею способа фиксации микроорганизмов в жидкости (в условиях максимально близких к естественным).

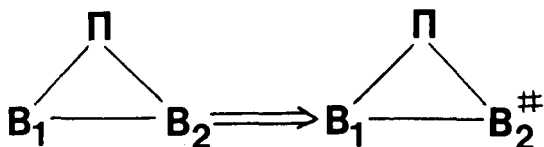
Для сведения. Частицы планктона практически неспособны к самостоятельному передвижению. Они перемещаются вместе с водой, либо за счет броуновского движения.

Решение задачи 5 по стандарту 2.2.5:

А. с. 523 397. Создают стоячую волну. Частицы фиксируются в узлах.

## 2.2.6

Если дана вепольная система, ее эффективность может быть повышена переходом от веществ однородных или имеющих неупорядоченную структуру к веществам неоднородным или имеющим определенную пространственную структуру (постоянную или временную):



Пояснения.

Значок # над буквой В указывает, что вещество имеет определенную пространственно-временную структуру.

А. с. 713 146. Способ изготовления пористых огнеупоров: для создания направленной пористости используют выгорающие шелковые нити.

Если нужно получить интенсивное тепловое воздействие в определенных местах системы (точках, линиях), в эти места следует заранее ввести экзотермические вещества.

## 2.3. ФОРСИРОВАНИЕ СОГЛАСОВАНИЯ РИТМИКИ

Подкласс 2.3 включает стандарты по форсированию веполей особенно экономичными способами. Вместо введения или существенного изменения веществ и полей стандарты подкласса 2.3 предусматривают чисто количественные изменения — частот, размеров, массы. Таким образом, значительный новый эффект достигается при минимальных изменениях системы.

### 2.3.1

В вепольных системах действие поля должно быть согласовано по частоте (или сознательно рассогласовано) с собственной частотой изделия (или инструмента).

А. с. 614 794. Устройство для массажа синхронно с ударами сердца. В стенку ванны, куда помещают больного, вмонтирована

диафрагма насоса, передающего лечебной жидкости или грязям импульсы по команде датчика, контактирующего с телом больного.

А. с. 787 017. Способ низведения камней мочеточников путем введения в мочеточник петли, закрепления ее на камне и приложения тянущего усилия. Отличается тем, что с целью увеличения числа видов и размеров низводимых камней, а также уменьшения травмирования мочеточника и болевых ощущений частоту тянущих усилий выбирают кратной частоте перистальтики мочеточника.

А. с. 317 797. Способ предварительного ослабления угольного пласта путем воздействия на породы искусственно создаваемых импульсов, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности ослабления на массив, предварительно приведенный в возбужденное состояние, воздействуют направленными импульсами с частотой, равной частоте собственных колебаний массива.

А. с. 856 706. Способ дуговой сварки плавящимся электродом, при котором на дугу воздействуют импульсным высокочастотным магнитным полем, отличающимся тем, что с целью повышения производительности процесса дуговой сварки магнитное поле генерирует с частотой пульсации, равной собственной частоте электрода.

А. с. 641 229. Способ работы шлаковой шахты путем сжигания в ее полости топлива, отличающийся тем, что с целью улучшения вытекания шлака сжигание топлива осуществляют в пульсирующем режиме с частотой колебаний, равной собственной частоте колебаний шахты.

А. с. 307 896. Способ безопилочного резания древесины при помощи изменяющего свои геометрические размеры режущего инструмента, отличающийся тем, что с целью снижения усилия внедрения инструмента в древесину резание ее осуществляют инструментом, частота пульсации которого близка к собственной частоте колебаний перерезаемой древесины.

А. с. 940 714. Способ распускания закристаллизовавшегося в сотах меда, включающий размещение сотов с медом в электромагнитном поле СВЧ. Отличается тем, что с целью исключения деформации сотов одновременно с обработкой в электромагнитном поле СВЧ соты с медом охлаждают, а обработку в электромагнитном поле проводят при частоте поля равной резонансной частоте диполей воды.

Примеры на антирезонанс:

А. с. 514 141. Уплотнение торцового типа с двумя и более концентрично расположенными торцовыми парами, отличающееся тем, что с целью повышения надежности при работе в условиях значительных вибраций торцовые пары выполнены с частотами собственных колебаний неравными и некратными друг другу.

А. с. 714 509. Провод электропередачи, содержащий один или несколько повивов проволок, отличающийся тем, что с целью увели-

чения эксплуатационной надежности провода путем уменьшения амплитуды колебания провода при гололедно-ветровых нагрузках диаметр одной из проволок внешнего повива больше диаметра остальных.

*Задача 6.* В пятом номере бюллетеня «Изобретения. Открытия» за 1985 год на стр. 99 приведена формула а. с. 1 138 511: «Способ закрепления несвязных пород, включающий нагнетание в породы тампонажного раствора, отличающийся тем, что с целью снижения затрат путем увеличения радиуса закрепления пород во время нагнетания тампонажного раствора ему и окружающим породам сообщают колебания». Спрогнозируйте следующее техническое решение, закономерно развивающее изобретение по а. с. 1 138 511.

Решение *задачи 6* по стандарту 2.3.1:

Очевидная аналогия с приведенным выше а. с. 317 797, по которому ослабление горной породы достигается нагнетанием жидкости в резонанс с частотой разрушаемого массива. По а. с. 1 138 511 надо не ослаблять, а укреплять массив горной породы. Следовательно, следующее изобретение рассогласует (а может быть, и согласует) частоту нагнетания тампонажного раствора с собственной частотой горного массива.

### 2.3.2

В сложных вепольных системах должны быть согласованы (или сознательно рассогласованы) частоты используемых полей.

А. с. 865 391. Способ обогащения тонкоизмельченных сильномагнитных руд, включающий воздействие на руду бегущим магнитным полем и вибрациями. Отличается тем, что с целью повышения эффективности процесса сепарации бегущее поле включают синхронно вибрациям.

А. с. 521 107. Способ нанесения покрытий электрическими разрядами с использованием наносимого материала в виде порошка, включающий импульсную подачу тока с наложением магнитного поля. Отличается тем, что с целью повышения твердости и обеспечения мелкозернистости структуры покрытий наложение магнитного поля осуществляют импульсами, причем каждому импульсу магнитного поля соответствует импульс тока.

### 2.3.3

Если два действия, например, изменение и измерение, несовместимы, одно действие осуществляют в паузах другого. Помните: паузы в одном действии должны быть заполнены другим полезным действием.

А. с. 336 120. Способ автоматического управления термическим циклом контактной точечной сварки (преимущественно деталей малых толщин), основанный на измерении термоэлектродвижущей

силы, отличающийся тем, что с целью повышения точности управления при сварке импульсами повышенной частоты измеряют термоэлектродвижущую силу в паузах между импульсами сварочного тока.

А. с. 343 722. Способ производства тонких широких листов раскаткой на неподвижной опорной поверхности, отличающийся тем, что с целью получения повышенной ширины листа лист по частям раскатывают в поперечном направлении с продольным перемещением листа во время пауз рабочими движениями вала.

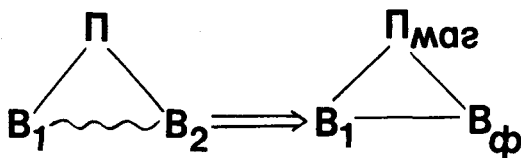
А. с. 778 981. Способ электрохимической обработки деталей импульсным рабочим током с индукционным нагреванием их в процессе обработки, отличающийся тем, что с целью повышения производительности труда индукционный нагрев производят в паузах между импульсами рабочего тока.

#### 2.4. ФЕПОЛИ (КОМПЛЕКСНО-ФОРСИРОВАННЫЕ ВЕПОЛИ)

Форсирование может идти сразу несколькими стандартными путями. Наибольшему форсажу поддаются феполи (то есть веполи с дисперсным ферровеществом и магнитным полем).

##### 2.4.1

Если дана веполевая система, ее эффективность может быть повышена путем использования ферромагнитного вещества и магнитного поля:



Пояснения.

1. Стандарт о применении ферромагнитного вещества, не находящегося в измельченном состоянии. Речь идет о «протофеполях», «полуфеполях» — структуре на пути к феполям.

2. Стандарт применим не только к простым веполям, но и к комплексным, а также к веполям, включающим внешнюю среду.

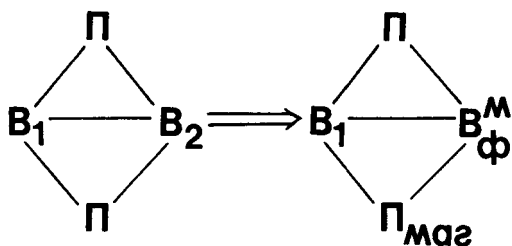
А. с. 794 113. Способ укладки дренажа, включающий отрывку траншеи с одновременной укладкой в нее труб, заделку стыков труб фильтрующим материалом и засыпку траншеи грунтом. Отличается тем, что с целью повышения качества укладки путем устра-

нения смещений труб (одна относительно другой) поверхность дренажных труб и фильтрующий материал перед укладкой в траншею покрывают слоем ферромагнетика и намагничивают.

А. с. 499 898. Питатель (преимущественно для образования порошково-воздушной смеси), содержащий герметичную емкость с разгрузочной горловиной, воздухоподводящим и расходным трубопроводами, смесительную камеру и механизм подачи порошка. Отличается тем, что с целью повышения ресурса механизма подачи его рабочий орган выполнен в виде гибкого ферромагнитного элемента, например стального троса, размещенного по оси разгрузочной горловины, последняя выполнена из парамагнитного материала между емкостью и смесительной камерой, а привод гибкого элемента осуществлен от последовательно подключаемых электромагнитов, смонтированных вокруг разгрузочной горловины с ее наружной стороны.

#### 2.4.2

Чтобы повысить эффективность управления системой, необходимо перейти от веполя или «протофеполя» к феполу, заменив одно из веществ феррочастицами (или добавив феррочастицы) — стружку, гранулы, зерна и т. д. — и использовав магнитное или электромагнитное поле. Эффективность управления повышается с увеличением степени дробления феррочастиц, поэтому развитие феполей идет по линии «гранулы — порошок — мелкодисперсные феррочастицы». Эффективность повышается также с увеличением степени дробления вещества, в которое введены феррочастицы. Развитие здесь идет по линии «твердое вещество — зерна — порошок — жидкость»:



Пояснения.

1. Переход к феполям можно рассматривать как совместное применение двух стандартов — 2.4.1 (введение ферровещества и магнитного поля) и 2.2.1 (дробление вещества).

2. Превратившись в феполь, веполевая система повторяет цикл развития веполей — но на новом уровне, так как феполи отличаются высокой управляемостью и эффективностью. Все стандарты, входящие в группу 2.4, можно



считать своего рода «изотопами» нормального ряда стандартов (группы 2.1—2.3). Выделение «фепольной линии» в отдельную группу 2.4 оправдано (во всяком случае на этом этапе развития системы стандартов) исключительным практическим значением феполей. Кроме того, «фепольный ряд» удобен как тонкий исследовательский инструмент для изучения более грубого «вепольного ряда» и прогнозирования его развития.

А. с. 1 045 945. Распылитель, содержащий емкость для жидкости с патрубками подачи и слива жидкости и электрод, соединенный с высоковольтным источником, отличающийся тем, что с целью повышения дисперсности электроаэрозоля и упрощения эксплуатации распылителя снаружи емкости расположена обмотка из провода, а внутри размещены гранулы из магнитно-твердого материала, намагниченные в магнитном поле.

А. с. 1 006 598. Способ предотвращения образования льда на поверхности водоема, включающий создание на защищаемой поверхности теплоизоляционного слоя, образованного из гранул водонепоглощающего теплоизоляционного материала легче воды. Отличается тем, что с целью повышения надежности защиты путем ликвидации сноса теплоизоляционного материала течением теплоизоляционный слой, выполненный из гранул металлизированного ферромагнетиками материала, размещают между противоположно направленными магнитными полями.

А. с. 1 068 693. Мишень для стрельбы из лука. Выполнена в виде кольцевого электромагнита, заполненного сыпучим ферромагнитным материалом.

А. с. 329 333. Пневматический дроссель с электромагнитным управлением, в корпусе которого расположен канал для прохода воздуха, с каналом соединены входной и выходной штуцеры, электромагнит, обмотка которого соединена с клеммами подачи входных сигналов, и клапан. Отличается тем, что с целью повышения надежности и упрощения конструкции дросселя его клапан выполнен в виде ферромагнитного порошка, расположенного между сетками, установленными в канале.

А. с. 708 108. Способ временного перекрытия трубопровода путем закачки в него композиции, способной отвердевать до образования герметизирующего тампона, отличающийся тем, что перед закачкой в трубопровод с целью повышения эффективности в композицию добавляют дисперсный адсорбент с ферромагнитными свойствами, а в процессе закачки в зоне формирования герметизирующего тампона на композицию воздействуют магнитным полем.

А. с. 933 927. Способ разрушения горных пород, заключающийся в том, что разрушение ведут жидкостью, содержащей ферромагнитные частицы, на которые воздействуют электромагнитным полем.

*Задача 7.* Стальную проволоку изготавливают волочением через фильеру. При этом проволока быстро изнашивает фильеру, диаметр отверстия в ней (а следовательно, и диаметр проволоки) увеличивается, фильеру приходится часто менять. Как быть?

Решение задачи 7 по стандарту 2.4.2:

Один из типичных случаев, когда решением является переход от веполя к феполлю. А. с. 499 912: «Способ бесфильерного волочения стальной проволоки, включающий деформацию растяжением, отличающийся тем, что с целью получения проволоки постоянного диаметра без перегибов и нагрева, необходимую деформацию осуществляют путем протягивания проволоки через ферромагнитную массу, помещенную в электромагнитное поле».

### 2.4.3

Эффективность феполей может быть повышена путем перехода к использованию магнитных жидкостей — коллоидных феррочастиц, взвешенных в керосине, силиконе или воде. Стандарт 2.4.3 можно рассматривать как предельный случай развития по стандарту 2.4.2.

А. с. 1 124 152. Устройство для снижения гидравлического сопротивления в трубопроводе, содержащее средства для создания кольцевого пристеночного слоя маловязкой жидкости, отличающееся тем, что с целью снижения затрат средство для создания кольцевого пристеночного слоя выполнено в виде постоянных магнитов, установленных на внешней поверхности трубопровода на расстоянии равном 0,5—10 их ширины, при этом в качестве маловязкой жидкости используют магнитную жидкость.

А. с. 1 068 574. Плотина с изменяемым агрегатным состоянием, включающая закрепленную на флютбете замкнутую оболочку из эластичного материала и заполнитель, отличающаяся тем, что с целью повышения надежности в работе плотины внутри оболочки размещен каркас из токопроводящей спирали, а в качестве заполнителя принята твердеющая в магнитном поле ферромагнитная жидкость.

А. с. 438 829. Заглушка, например, для герметизации трубопровода и горловин, выполненная в виде стакана под уплотнитель, отличающаяся тем, что с целью сокращения времени установки и снятия заглушки на наружной поверхности стакана установлена электромагнитная катушка, а в качестве уплотнителя используется ферромагнитная жидкость.

А. с. 740 646. Магнитное транспортное устройство, преимущественно для транспортировки внутри герметичных камер, содержащее перемещаемый от привода в немагнитном трубопроводе ведущий магнитный элемент и связанную с ним через постоянный магнит ведомую тележку, расположенную вне трубопровода. Отличается

тем, что с целью повышения надежности работы ведущий элемент выполнен из магнитной жидкости.

А. с. 985 076. Применение магнитной жидкости в качестве закалочной среды.

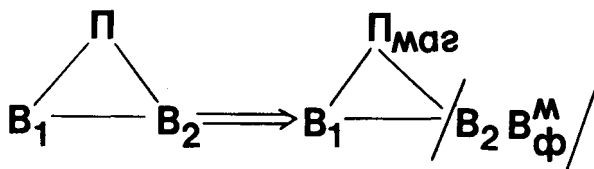
#### 2.4.4

Эффективность феполов может быть повышена за счет использования капиллярно-пористой структуры, присущей многим фепольным системам.

А. с. 1 013 157. Устройство для пайки волной припоя выполнено в виде магнитного цилиндра, покрытого слоем ферромагнитных частиц. Основное назначение — удаление излишков припоя. Одновременно пористая структура используется для подачи (как фитиль) флюса из внутренней полости цилиндра.

#### 2.4.5

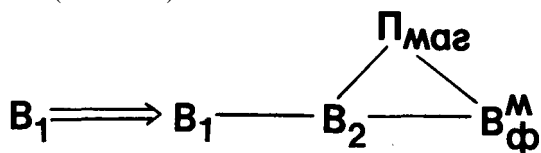
Если нужно повысить эффективность управления системой путем перехода к феполу, а замена веществ феррочастицами недопустима, переход осуществляют построением внутреннего или внешнего комплексного феполя, вводя добавки в одно из веществ:



А. с. 751 778. Способ транспортирования деталей с помощью грузоподъемного электромагнита, отличающийся тем, что с целью обеспечения транспортирования немагнитных деталей последние предварительно засыпают магнитомягкими сыпучими материалами.

#### 2.4.6

Если нужно повысить эффективность управления системой путем перехода от веполя к феполу, а замена веществ феррочастицами (или введение добавок в вещества) недопустима, то феррочастицы следует ввести во внешнюю среду и, действуя магнитным полем, менять параметры среды, а следовательно, управлять находящейся в ней системой (ст. 2.4.3):



А. с. 469 059. Способ демпфирования механических колебаний путем перемещения металлического ферромагнитного подвижного элемента между полюсами магнита, отличающийся тем, что с целью уменьшения времени демпфирования в зазор между полюсами магнита и подвижным элементом вводят магнитную жидкость и меняют напряженность магнитного поля пропорционально амплитуде колебаний.

Если в системе используются поплавки или одна часть системы является поплавком, то в жидкость следует ввести ферромагнитные частицы и управлять кажущейся плотностью жидкости. Управление можно также вести, пропуская сквозь жидкость ток и действуя электромагнитным полем.

А. с. 527 280. Манипулятор для сварочных работ, содержащий поворотный стол и узел, выполненный в виде поплавкового механизма, шарнирно соединенного со столом через кронштейн и помещенного в емкость с жидкостью. Отличается тем, что с целью увеличения скорости перемещения стола в жидкость введена ферромагнитная смесь, а емкость с жидкостью помещена в электромагнитную обмотку.

В качестве внешней среды могут быть использованы также электрореологические жидкости, управляемые электрическими полями.

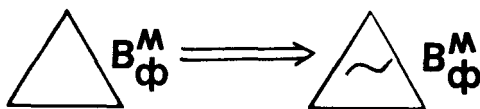
#### 2.4.7

Если дана фепольная система, ее управляемость может быть повышена за счет использования физических эффектов.

А. с. 452 055. Способ повышения чувствительности измерительных магнитных усилителей, заключающийся в использовании термического воздействия на сердечник магнитного усилителя. Отличается тем, что с целью снижения уровня магнитных шумов при работе усилителя поддерживают абсолютную температуру сердечника равной 0,92—0,99 температуры Кюри материала сердечника (использован эффект Гопкинса).

#### 2.4.8

Если дана фепольная система, ее эффективность может быть повышена путем динамизации, то есть перехода к гибкой, меняющейся структуре системы:



А. с. 750 264. Устройство для контроля толщины стенок полых изделий из немагнитных материалов, содержащее индуктивный преобразователь с измерительной схемой и ферромагнитный элемент, расположенные по разные стороны контролируемой стенки. Отличается тем, что с целью повышения точности измерения ферромагнитный элемент выполнен в виде надувной эластичной оболочки, покрытой ферромагнитной пленкой.

А. с. 792 080. Способ имитации почвенной массы в устройствах для испытания рабочих органов сельскохозяйственных машин, предусматривающий введение в ее состав ферромагнитных частиц. Отличается тем, что с целью расширения условий испытания рабочих органов сельскохозяйственных машин на частицы воздействуют электромагнитным полем, напряженность которого регулируют.

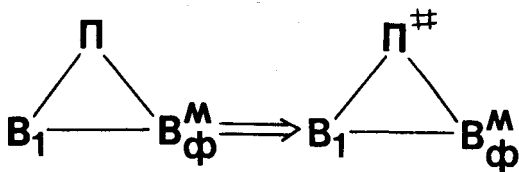
*Задача 8.* Из описания к а. с. 903 090: «Известен способ шлифования деталей инструментом в виде баллона из эластичного материала, рабочая поверхность которого покрыта абразивом. Шлифование происходит в условиях постоянного прижима инструмента к заготовке. Для равномерного прижима абразива к обрабатываемой поверхности в баллон вводят ферромагнитные частицы, образующие суспензию, а инструмент прижимают путем воздействия на него постоянным магнитным полем. Реализация данного способа позволяет повысить равномерность прижима абразива к обрабатываемой поверхности и точность обработки. Однако одновременно, вследствие увеличения площади контакта круга с заготовкой, в зоне резания повышается температура, усиливается затупление абразива, что приводит к повышению шероховатости обрабатываемых поверхностей и снижает производительность процесса...» Как быть?

Решение *задачи 8* по стандартам 2.4.3, 2.4.7, 2.4.8:

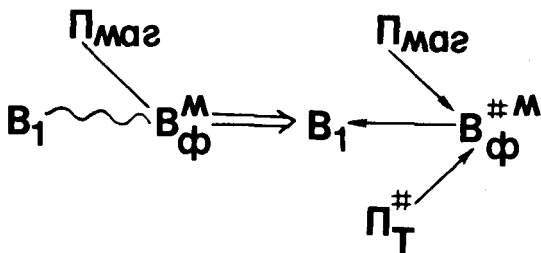
Постоянный прижим абразива заменяют переменным, круг вибрирует, трение уменьшается. С этой целью вводят дополнительное переменное магнитное поле, действующее на ферросуспензию (динамизация). Чтобы действие магнитного поля на ферросуспензию было максимальным, частицы суспензии выполняют из материала с магнитострикционными свойствами (использование физического эффекта).

2.4.9

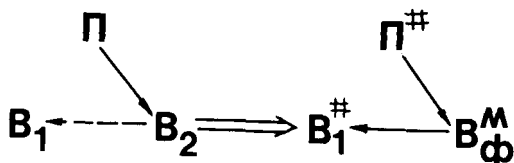
Если дана фепольная система, ее эффективность может быть повышена переходом от полей однородных или имеющих неупорядоченную структуру к полям неоднородным или имеющим определенную пространственную структуру (постоянную или переменную):



А. с. 545 479. Способ магнитной формовки профильных изделий из термопластов. В качестве пуансона используют ферропорошок, на который налагают температурное поле, превышающее в местах наименьшей вытяжки точку Кюри:



Если веществу, входящему в феполь (или могущему войти в феполь), должна быть придана определенная пространственная структура, то процесс следует вести в поле, со структурой, соответствующей требуемой структуре вещества:



А. с. 587 183. Способ получения ворса на поверхности термопластического материала, при котором ворс образуют путем вытяжки поверхностных слоев материала с последующим охлаждением. Отличается тем, что с целью повышения производительности и увеличения возможности управления процессом ворсообразования перед операцией вытяжки в поверхностные слои материала вводят ферромагнитные частицы, производят нагрев термопластического материала до температуры его плавления, а вытяжку осуществляют путем извлечения ферромагнитных частиц посредством их контакта с электромагнитом.

#### 2.4.10

Если дана «протофепольная» или фепольная система, ее эффективность может быть повышена согласованием ритмики входящих в систему элементов.

А. с. 698 663. Предложено при вибромагнитной сепарации материала вращающееся магнитное поле реверсировать синхронно с вибрациями. При этом уменьшается сила сцепления между частицами материала и повышается эффективность разделения.

А. с. 267 455. Способ транспортирования ферромагнитных сыпучих и кусковых материалов путем сообщения им отрывной вибрации, отличающийся тем, что с целью повышения скорости транспортирования на вибрируемый материал в начале фазы его отрыва воздействуют импульсным магнитным полем, бегущим по направлению транспортирования. Причем длительность магнитных импульсов устанавливают равной фазе отрыва вибрируемого материала.

#### 2.4.11

Если введение ферромагнетиков или намагничивание затруднены, следует воспользоваться взаимодействием внешнего электромагнитного поля с контактно подведенными или неконтактно индуцированными токами или взаимодействием этих токов между собой.

А. с. 994 726. Способ разрушения горных пород: для силового воздействия пропускают импульсный ток по двум параллельным проводникам.

А. с. 1033 417. Способ захвата и удержания металлических немагнитных изделий, отличающийся тем, что с целью повышения его надежности в процессе захвата и удержания изделия через его тело в зоне действия магнитного поля пропускают электрический ток в направлении, перпендикулярном силовым линиям магнита.

А. с. 865 200. Способ съема ягод со шпалерных культур путем колебания шпалерных проволок с привязанными к ним побегам, отличающийся тем, что с целью снижения затрат труда и снижения повреждений шпалерных культур берут магнит с постоянным по направлению магнитным полем, между полюсами которого располагают шпалерные проволоки, по ним пропускают переменный электрический ток, а вдоль проволоки перемещают магнит.

#### Пояснения.

1. Если феполы — системы, в которые введены ферромагнитные частицы, то эполы — системы, где вместо ферромагнитных частиц действуют (или взаимодействуют) токи.

2. Развитие эполей — как и развитие феполей — повторяет общую линию: простые эполы — комплексные эполы — эполы на внешней среде — динамизация — структурирование — согласование ритмики. Материал по эполям накапливается, его анализ покажет — целесообразно ли выделить стандарты по эполям в отдельную группу.

3. Стандарт на эполы предложен И. Л. Викентьевым (Ленинград).

*Задача 9.* При распиливании драгоценных камней и чистых кристаллов применяют очень тонкие пильные полотна: чем тоньше полотно, тем меньше отходов. Привод полотна может быть любым (ручным, механическим, электромагнитным и т. д.). Сложность состоит в обеспечении строго постоянной по величине и направлению силы прижатия ко дну паза (пропила, разреза). Постоянство величины силы обеспечивает однородность плоскости после разрезания (без помутнений, температурных напряжений и т. д.). Непостоянство силы по направлению — гарантия сколов. Нужна идея способа, дающего строго постоянную силу прижатия полотна.

Решение задачи 9 по стандарту 2.4.11:

В приведенном выше а. с. 865 200 решается противоположная задача: обеспечение колебаний шпальной проволоки (проволока ничем в принципе не отличается от тонкого пильного полотна). Решение задачи 9 аналогично а. с. 865 200, только ток, естественно, используют не переменный, а постоянный (нужно не возбуждать колебания, а гасить их). Ответ — а. с. 465 311.

## 2.4.12

Особая форма эполей — электрореологическая суспензия (взвесь тонкого кварцевого порошка, например в толуоле) с управляемой вязкостью. Если неприменима феррожидкость, может быть использована электрореологическая жидкость.

А. с. 425 660. Дебалансный возбудитель колебаний. Дебалансы размещены в электрореологической жидкости.

А. с. 495 467. Электрореологическая жидкость с изменяемой вязкостью использована в амортизаторе транспортного средства.

А. с. 931 471. Применение электровязкой суспензии в устройстве для резки материалов — в качестве зажимающей среды.

А. с. 934 143. Шланг, содержащий внутренний и наружный слои, между которыми расположены слои электропроводных нитей, разделенные между собой слоем гибкого изоляционного материала. Отличается тем, что с целью возможности управления жесткостью гибкий изолирующий материал выполнен пористым и пропитан электрореологической суспензией.

## КЛАСС 3. ПЕРЕХОД К НАДСИСТЕМЕ И НА МИКРОУРОВЕНЬ

### 3.1. ПЕРЕХОД К БИСИСТЕМАМ И ПОЛИСИСТЕМАМ

Наряду с «внутрисистемным» совершенствованием (линия стандартов класса 2) существует линия «внешнесистемного» развития: на любом этапе внутреннего развития система может быть объединена с другими системами в надсистему с новыми качествами.



Эффективность системы — на любом этапе развития — может быть повышена системным переходом 1-а: с объединением системы с другой системой (или системами) в более сложную бисистему или полисистему.

А. с. 722 624. Способ транспортировки горячих слябов транзитом от слябингов к приемному рольгангу широкополосного стана, включающий порезку слябов, их перемещение по рольгангу. Отличается тем, что с целью снижения потерь тепла слябов путем уменьшения поверхности охлаждения каждого сляба перемещение осуществляется пакетом, сложенным, по крайней мере, из двух слябов с последующим их разделением перед подачей в клеть.

Пояснения.

1. Для образования бисистем и полисистем в простейшем случае объединяют два или более вещества  $V_1$  или  $V_2$  (бивещественные и поливещественные веполи).

2. Приведенный выше стандарт 2.2.1 также можно рассматривать как переход к полисистемам (хотя точнее его следует считать увеличением степени полисистемности). Единство противоположностей: разделение и объединение приводят к одному и тому же — образуются бисистемы и полисистемы.

Патент США 3 567 547. Для получения изделий из тонких стеклянных пластинок заготовки склеивают в блок. После этого блок можно подвергнуть машинной обработке без опасения повредить тонкие пластинки.

Здесь хорошо видна одна из главных особенностей полисистем: при образовании полисистемы возникает внутренняя среда (или создаются условия для ее возникновения) с особыми свойствами. В данном случае появляется возможность ввести во внутреннюю среду клей и получить не просто сумму пластинок, а единый блок. Обмазка клеем одной пластинки ничего не дала бы. Прочность одной пластинки можно повысить, заключив пластинку в большую «глыбу» застывшего клея (стандарт 1.1.3), но это увеличит стоимость обработки и снизит производительность.

Другая характерная особенность бисистем и полисистем — эффект многоступенчатости.

А. с. 126 079. Способ наращивания скоростей вращения турбобуров, отличающийся тем, что с целью увеличения числа оборотов ротора турбины при соблюдении допустимых величин скоростей движения потока рабочей жидкости турбобур составляют из нескольких секций так, что вал ротора турбины первой секции присоединяют к корпусу турбины второй секции и т. д., при этом скорость вращения валов ротора возрастает от первого к последующим.

### Пояснения.

3. Возможно образование биполевых и полиполевых, а также вепольных систем, в которых одновременно мультиплицированы поля и вещества. Иногда мультиплицируется пара (П — В) или веполь в целом.

А. с. 321 195. Способ электронагрева металлических заготовок под обработку давлением, отличающийся тем, что с целью обеспечения безокислительного нагрева поверхностные слои заготовок в процессе нагревания интенсивно охлаждаются (биполевая система).

А. с. 252 036. Задача о получении электрохимическим способом отверстия, которое имеет расширение на середине своей глубины. Электрод (продольно) разделен на три части, на каждую подают свой потенциал.

### Пояснения.

4. В предыдущих работах по стандартам переход к надсистеме рассматривался как завершающий этап развития систем. Предполагалось, что система сначала должна исчерпать резервы развития «на своем уровне», а потом перейти к надсистеме. Однако был накоплен обширный материал, свидетельствующий о том, что этот переход может совершаться на любом этапе развития системы. При этом дальнейшее развитие идет по двум линиям: совершенствуется образовавшаяся надсистема и продолжается развитие исходной системы. Нечто подобное имеет место в химии: более сложные химические элементы образуются за счет надстройки новых электронных орбит и за счет достройки незавершенных внутренних орбит.

### 3.1.2

Повышение эффективности синтезированных бисистем и полисистем достигается, прежде всего, за счет развития связей элементов в этих системах.

Новообразованные бисистемы и полисистемы часто имеют «нулевую связь» (термин предложен А. Тимощуком), то есть представляют собой просто «кучу» элементов. Развитие идет в направлении усиления межэлементных связей. С другой стороны, элементы в новообразованных системах иногда бывают соединены жесткими связями. В этих случаях развитие идет в направлении увеличения степени динамизации связей.

Пример «ужесточения» связей. При групповом использовании грузоподъемных кранов (три крана по 60 т поднимают груз в 150 т) трудно синхронизировать работу машин. В а. с. 742 372

предложено устройство (жесткий многоугольник), объединяющее стрелы кранов.

Пример динамизации связей. Первоначально катамараны имели корпуса, жестко соединенные между собой. Затем были введены подвижные связи, позволяющие менять расстояние между корпусами (например, а. с. 524 728 и 1 094 797).

### 3.1.3

Эффективность бисистем и полисистем повышается при увеличении различия между элементами системы (системный переход — 1-6): от одинаковых элементов (набор одинаковых карандашей) к элементам со сдвинутыми характеристиками (набор разноцветных карандашей), затем — к разным элементам (готовальня) и инверсным сочетаниям типа «элемент и антиэлемент» (карандаш с резинкой).

А. с. 493 350. «Двухэтажная пила», у которой нижние зубья разведены больше верхних,— чисто режет волокнистые материалы.

А. с. 546 445. При сварке толстых стальных листов электроды располагают один за другим, при этом сварочный ток у каждого последующего электрода и глубина его погружения в разделку кромок больше, чем у предыдущего. (Типичная полисистема со сдвинутыми характеристиками. Эффект достигнут, в основном, за счет перехода от обычной полисистемы к полисистеме со сдвинутыми характеристиками.)

А. с. 645 773. Устройство для зажима деталей по внутренней поверхности, содержащее разрезной упругий элемент. Отличается тем, что с целью повышения точности зажима и расширения технологических возможностей устройства упругий элемент выполнен в виде двух соединенных между собой колец из материала с различным коэффициентом линейного расширения.

А. с. 606 233. Электроакустический преобразователь, содержащий секционный активный элемент, отличается тем, что с целью обеспечения температурной стабилизации электроакустических параметров любые соседние секции активного элемента выполнены из материала с противоположными по знаку температурными коэффициентами изменения пьезомодуля.

А. с. 1 041 250. Генератор механических колебаний для сварки, содержащий выполненный в виде ролика фрикционный рабочий элемент, имеющий возможность скользяще-фрикционного взаимодействия с обрабатываемым объектом и соединенный с вращательным приводом. Отличается тем, что с целью улучшения качества сварки за счет увеличения амплитуды и расширения частотного диапазона генерируемых колебаний ролик выполнен в виде набора секций из материалов с различными коэффициентами трения.

А. с. 1 001 988. Способ получения дисперсных систем благодаря вибрационным воздействиям на среду в режиме вибротурбулизации путем введения в емкость со средой упругого резонатора и воздействия на емкость колебаниями резонансной частоты. Отличается тем, что с целью повышения экономичности процесса и его интенсификации в емкость со средой вводят несколько упругих резонаторов с различной частотой собственных колебаний.

*Задача 10.* Объект — теплица. Спрогнозируйте развитие.

Решение задачи 10 по стандартам 3.1.1 и 3.1.3:

По стандарту 3.1.1 следует перейти к «битеплице» (двойной теплице). Чтобы получить при этом какое-то новое качество, нужно обеспечить взаимодействие между частями «битеплицы» или между находящимися в «битеплице» растениями. Максимум взаимодействия, если растения в чем-то противоположные. Ответ: по а. с. 950 241 в одном отсеке — растения, поглощающие углекислоту и выделяющие кислород, в другом — растения, поглощающие кислород и выделяющие углекислоту.

### 3.1.4

Эффективность бисистем и полисистем повышается при их свертывании, прежде всего, за счет сокращения вспомогательных частей, например, двустволка имеет один приклад. Полностью свернутые бисистемы и полисистемы снова становятся моносистемами, цикл может повториться на новом уровне.

А. с. 408 586. Тепловая электрическая станция с котельными агрегатами башенного типа, отличающаяся тем, что с целью сокращения коммуникаций, упрощения монтажных работ и уменьшения опорной площади фундаментов все котельные агрегаты сгруппированы в едином блоке с расположенной над ним общей дымовой трубой.

А. с. 111 144. Увеличение защитной мощности холодильного костюма для горноспасателей наталкивалось на весовой барьер. Предложено объединить холодильную и дыхательную системы в единый скафандр, в котором одно холодильное вещество (жидкий кислород) выполняет две функции: сначала испаряется, а потом идет на дыхание. Отпадает необходимость в тяжелом дыхательном аппарате, что позволяет во много раз увеличить запас холодильного вещества.

А. с. 287 967. Способ переработки соленых руд, при котором дробление, измельчение и растворение руды ведут в одном устройстве за один цикл. (До этого операции осуществляли последовательно, в отдельных аппаратах.)

Эффективность бисистем и полисистем может быть повышена распределением несовместимых свойств между системой и ее частями. Это системный переход 1-в: используют двухуровневую систему, в которой вся система в целом обладает свойством С, а ее части (частицы) — свойством анти-С.

А. с. 510 350. Рабочая часть тисков для зажима деталей сложной формы: каждая часть (стальная втулка) твердая, а в целом зажим податливый и способен менять форму.

## 3.2 ПЕРЕХОД К ПОЛИСИСТЕМАМ

Есть два пути перехода к принципиально новым системам: переход к надсистеме («путь вверх» — стандарты подкласса 3.1) и переход к использованию «глубинных» подсистем («путь вниз» — подкласс 3.2).

### 3.2.1

Эффективность системы — на любом этапе развития — может быть повышена системным переходом 2: с макроуровня на микроуровень, когда систему или ее часть заменяют веществом, способным при взаимодействии с полем выполнять требуемое действие.

А. с. 275 751. Регулируемый лабиринтный насос, содержащий цилиндрический ротор и статор с многозаходной нарезкой противоположного направления. Отличается тем, что с целью обеспечения возможности регулирования насоса с помощью изменения температуры ротор и статор выполнены из материалов с разными коэффициентами линейного расширения.

#### Пояснения.

1. Приведенный пример может показаться странным: насос остался насосом, в чем же принципиальная новизна? Из-за несовершенства действующих норм оформления изобретений запатентован «регулируемый лабиринтный насос». На самом деле насос остается неизменным, новизна в способе его регулирования. Вместо громоздкого и малоэффективного механического способа использован принципиально иной (тепловой) способ регулирования.

А. с. 339 397. Устройство для безопилочного резания древесины, включающее станину и рабочий орган с режущим инструментом, отличается тем, что с целью повышения производительности и качества пиления режущий инструмент выполнен из магнито-стрикционного материала с двухсторонней заточкой передней грани

и через электромеханические преобразователи соединен с высокочастотным генератором.

Пояснения.

2. В предыдущих работах по стандартам предполагалось (как и при рассмотрении перехода к надсистеме — см. пояснение 4 к стандарту 3.1.1), что переход на микроуровень целесообразен при исчерпании ресурсов развития системы. По современным представлениям переход на микроуровень возможен на любом этапе развития системы.

3. Переход «макро — микро» — понятие обобщенное. Существует множество уровней «микро» (домены, молекулы, атомы и т. д.) — соответственно имеется много разных переходов на микроуровень, а также множество переходов с одного микроуровня на другой, более низкий. По этим переходам накапливается материал, который, вероятно, приведет к появлению новых стандартов подкласса 3.2.

*Задача 11.* Для окончательной сверточной обработки отверстия (хонингования алмазными брусками) в ванадиевых сплавах используют специальный радиально раздвижной инструмент — весьма дорогой и сложный. Для новых изделий потребовалась еще большая точность. Попробовали сделать новый инструмент — по принципу действия такой же, как и раньше, но с более тонкой регулировкой. Ничего не получилось: инструмент оказался слишком сложным, капризным, быстро выходил из строя. Что делать?

Решение задачи 11 по стандарту 3.2.1:

Аналогичная задача решена по приведенному выше а. с. 275 751. Работу хонинговальной головки регулируют за счет теплового расширения. Способ хонингования отверстий, при котором хонинговальной головке сообщают вращательное и поступательное движения, а бруски настраивают на обрабатываемый размер и жестко закрепляют в этом положении. Отличается тем, что с целью повышения качества обрабатываемой поверхности перед обработкой деталь нагревают и охлаждают в процессе обработки (а. с. 709 344).

Нюанс: тепловым полем действуют не на инструмент, а на изделие! В данном случае это возможно и целесообразно (размеры изделия больше размеров инструмента).

## **КЛАСС 4. СТАНДАРТЫ НА ОБНАРУЖЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ СИСТЕМ**

### **4.1. ОБХОДНЫЕ ПУТИ**

Измерения и обнаружения в системах обслуживают главное — «измерительное» — действие. Поэтому желательно так перестроить главное действие, чтобы оно исключало необходимость (или сводило к минимуму) измерительно-обнаружительного действия. Конечно, не в ущерб точности.

#### 4.1.1

Если дана задача на обнаружение или измерение, целесообразно так изменить систему, чтобы вообще отпала необходимость в решении этой задачи.

А. с. 505 706. Способ индукционного нагрева деталей. Для самофиксации заданной температуры между индуктором и деталью помещают соль с температурой плавления равной заданной температуре.

А. с. 471 395. Индукционная печь для нагрева токами промышленной частоты, включающая тигель и индуктор, отличается тем, что с целью поддержания заданного режима нагрева тигель выполнен из ферромагнитного материала, точка Кюри которого равна заданной температуре нагрева.

#### 4.1.2

Если дана задача на обнаружение или измерение и при этом нельзя применить стандарт 4.1.1, то целесообразно заменить непосредственные операции над объектом операциями над его копией или снимком.

Вместо непосредственного обмера бревен, погруженных на железнодорожную платформу, измерение ведут по фотоснимку, сделанному в определенном масштабе.

А. с. 241 077. Измерение деформаций оболочек затруднено тем, что оболочки являются частью громоздкой конструкции. Предложено изготавливать слепки (до деформации и после нее) и вести измерения на слепках.

Если нужно сравнить объект с эталоном с целью выявления отличий, то задачу решают оптическим совмещением изображения объекта с эталоном, причем изображение объекта должно быть противоположно по окраске эталону или его изображению. Аналогично решают задачи на измерение, если есть эталон или его изображение.

А. с. 350 219. Контроль пластинки с просверленными отверстиями ведут, совмещая желтое изображение пластинки с синим изображением эталона. Если на экране появляется желтый цвет, значит, в контролируемой пластинке отсутствует отверстие. Появление синего цвета означает, что на пластинке есть лишнее отверстие.

А. с. 359 512. Способ сличения объектов, заключающийся в проектировании изображений сличаемых объектов на экран и совмещении идентичных участков изображений. Отличается тем, что с целью повышения надежности процесса сличения, изображения сличаемых материалов проектируются на экран контрастными, например, негативное и позитивное или красное и синее.

Если дана задача на измерение и нельзя применить стандарты 4.1.1 и 4.1.2, то целесообразно перевести ее в задачу на последовательное обнаружение изменений.

А. с. 186 366. При добыче медных руд камерным способом образуются огромные подземные залы, камеры. От взрывов и по другим причинам потолок (кровля) камер местами отслаивается, падает. Необходимо регулярно следить за состоянием потолка, измерять образующиеся «ямы». Но как это сделать, если потолок на высоте пятиэтажного дома? Предложено при подготовке камер заранее бурить в кровле скважины — сбоку, над потолком — и закладывать в них разноцветные, люминесцирующие вещества. Если в каком-то месте выпала порода и образовался купол, это легко обнаружить по свечению люминофора. А по его цвету можно судить о высоте образовавшегося купола.

#### Пояснения.

Любое измерение производится с определенной степенью точности. Поэтому в задачах на измерение, даже если речь в них идет о непрерывном измерении, всегда можно выделить элементарный акт измерения, состоящий из двух последовательных обнаружений. Рассмотрим, например, задачу об измерении диаметра шлифовального круга. Измерение надо вести с определенной (и отнюдь не безграничной) точностью. Допустим, требуется точность в 0,01 мм. Это значит, что круг можно рассматривать состоящим из концентрических окружностей, причем расстояние между окружностями 0,01 мм. Задача сводится к вопросу: как обнаружить, что совершился переход от одной окружности к другой? Фиксируя такие переходы и зная их число, мы всегда можем вычислить диаметр круга.

Переход от расплывчатого понятия «измерение» к четкой модели «два последовательных обнаружения» резко упрощает задачу.

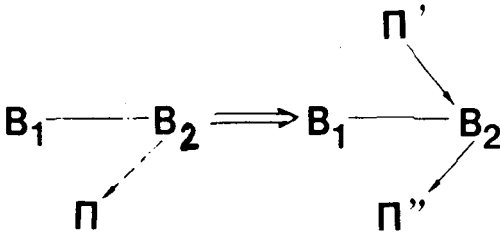
## 4.2. СИНТЕЗ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В синтезе измерительных систем проявляется тактика, типичная для синтеза «изменяемых» систем: любым путем достроить веполь, вводя недостающие вещества или поля. Отличается синтез измерительных веполей тем, что структура веполя должна обеспечить получение поля на выходе.



#### 4.2.1

Если неветольная система плохо поддается обнаружению или измерению, задачу решают, достраивая простой или двойной ветоль с полем на выходе:

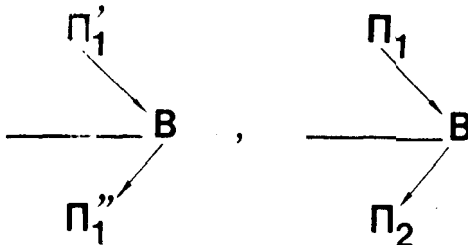


А. с. 269 558. Способ обнаружения момента начала кипения жидкости (то есть появления в жидкости пузырьков  $V_2$ ). Через жидкость пропускают ток — при появлении пузырьков резко возрастает электрическое сопротивление.

А. с. 305 395. Способ обнаружения и счета инородных включений в жидкости, отличающийся тем, что с целью повышения чувствительности исследуемую среду облучают электромагнитными колебаниями сверхвысокой частоты и регистрируют форму и амплитуду рассеянных частицами колебаний, по которым судят о количестве включений в жидкости.

Примечание.

Ветольные группы:



типичны для ответов на задачи по обнаружению и измерению.

*Задача 12.* Как зафиксировать образование первых трещин при испытаниях на усталость металлических образцов, например, шатуна?

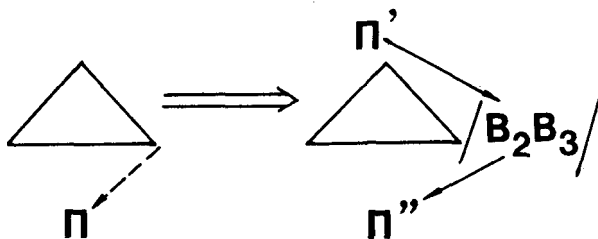
Решение задачи 12 по стандарту 4.2.1:

А. с. 246 901. От приведенного выше изобретения по а. с. 269 558 ситуация отличается только агрегатным состоянием исследуемого вещества. Но электрическое сопротивление твердого тела при появлении

трещин резко возрастает — как и электрическое сопротивление жидкости при появлении пузырьков. Предложено пропускать по исследуемому образцу электрический ток.

#### 4.2.2

Если система (или ее часть) плохо поддается обнаружению или измерению, задачу решают переходом к внутреннему или внешнему комплексному полюлю, вводя легко обнаруживаемые добавки:

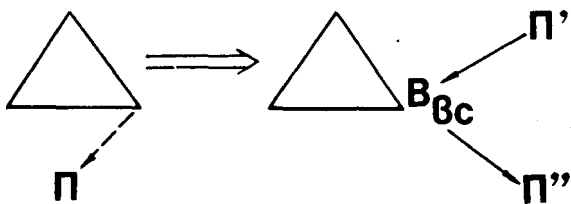


А. с. 277 805. Способ обнаружения неплотностей в холодильных агрегатах, заполненных фреоном и маслом (преимущественно в домашних холодильниках), отличающийся тем, что с целью повышения точности определения мест утечек в агрегат вместе с маслом вводят люминофор, освещают агрегат в затемненном месте и определяют места утечки по свечению люминофора в просачивающемся через неплотности масле.

А. с. 110 314. Способ определения фактической площади контакта поверхностей, отличающийся тем, что для окрашивания поверхностей применяют люминесцентные краски.

#### 4.2.3

Если систему трудно обнаружить или измерить в какой-то момент времени и нет возможности ввести в объект добавки, то эти добавки, создающие легко обнаруживаемое и легко измеряемое поле, следует ввести во внешнюю среду, по изменению состояния которой можно судить об изменении состояния объекта:



А. с. 260 249. Для контроля износа двигателя нужно определить количество «стершегося» металла. Частицы его поступают во внешнюю среду — масло. Предложено добавлять в масло люминофоры: металлические частицы являются гасителями свечения.

#### 4.2.4

Если во внешнюю среду нельзя извне ввести добавки по стандарту 4.2.3, то эти добавки могут быть получены в самой среде, например, ее разложением или изменением агрегатного состояния. В частности, в качестве таких добавок нередко используют газовые или паровые пузырьки, полученные электролизом, кавитацией и другими способами.

Задача об измерении скорости потока жидкости в трубе (введение добавок извне исключено по условиям задачи). Решение: метку получают, используя кавитацию, дающую скопление мелких и потому устойчивых пузырьков.

### 4.3. ФОРСИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ВЕПОЛЕЙ

Измерительные веполы могут быть форсированы применением физических эффектов и за счет согласования ритмики.

#### 4.3.1

Если дана вепольная система, то эффективность обнаружений и измерений в ней может быть повышена за счет использования физических эффектов.

А. с. 170 739. Исчезновение люминесцентных свойств у некоторых веществ в присутствии очень небольшого количества влаги.

А. с. 415 516. Резкое изменение показателя преломления света у алмазного зерна при изменении температуры.

В частности, желательно, чтобы вещества в веполе образовывали термопару, «безвозмездно» дающую сигналы о состоянии системы. «Сигнальное поле» может быть получено также за счет индукции.

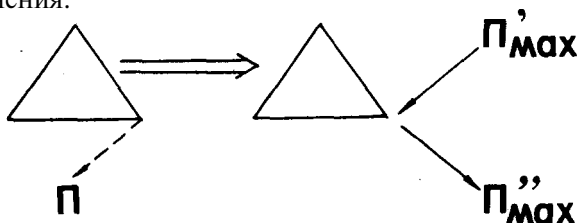
А. с. 715 838. Подшипник скольжения, содержащий подключенную к блоку защиты термопару и антифрикционный вкладыш, установленный в токопроводящей обойме, контактирующей с токопроводящим корпусом. Отличается тем, что с целью повышения быстроты действия защиты от перегрева термопара образована обоймой и корпусом.

А. с. 1 046 636. Способ регистрации разрушенных изделий, включающий нанесение на контролируемую поверхность чувствительного слоя, отличающийся тем, что с целью повышения надежности

в качестве чувствительного слоя используют магнитную пленку, на которой размещают токопроводящий контур, а о разрушении изделий судят по ЭДС индукции, возникающей в контуре.

#### 4.3.2

Если невозможно непосредственно обнаружить или измерить происходящие в системе изменения, а также пропустить сквозь систему поле, то задачу решают возбуждением в системе резонансных колебаний (во всей системе или какой-то ее части), по изменению частоты которых можно определить происходящие в системе изменения:



А. с. 271 051. Способ измерения массы вещества (например, жидкого) в резервуаре, отличающийся тем, что с целью повышения точности и надежности измерения возбуждают механические резонансные колебания системы резервуар — вещество, измеряют их частоту, по величине которой судят о массе вещества.

А. с. 244 690. Способ определения линейного веса движущейся нити, заключающийся в том, что нить располагают на двух опорах, одной из которых сообщают механические колебания. Отличается тем, что с целью повышения точности измерения в качестве датчика частоты колебаний опоры используют измеритель резонансных колебаний нити, а линейный вес определяют по частоте колебаний на выходе измерителя.

А. с. 560 563. Способ контроля выдаивания долей вымени животных при машинном доении, включающий определение степени опорожнения вымени по измерению физических свойств его с помощью известных устройств. Отличается тем, что с целью повышения точности контроля определение степени опорожнения долей вымени ведут по изменению уровня и частоты акустических колебаний, возникающих в них.

*Задача 13.* Как контролировать — не прерывая работу — процесс электролитического полирования прецизионных лент?

Решение задачи 13 по стандарту 4.3.2:

Решение идентично а. с. 244 690. По а. с. 486 078 предложен способ контроля процесса электролитического полирования прецизионных лент путем замера электрического параметра и косвенного опреде-

ления геометрических размеров, отличающийся тем, что с целью повышения точности ленту размещают в магнитном поле, подключают к генератору и измеряют частоту собственных колебаний.

#### 4.3.3

Если невозможно применить стандарт 4.3.2, то о состоянии системы судят по изменению собственной частоты объекта (внешней среды), связанного с контролируемой системой.

А. с. 438 873. Способ измерения количества материала в кипящем слое (например, в аппарате для обжига цементного клинкера), отличающийся тем, что с целью повышения точности измерения количество материала определяют по изменению амплитуды автоколебаний газа над кипящим слоем.

### 4.4. ПЕРЕХОД К ФЕПОЛЬНЫМ СИСТЕМАМ

Измерительные веполы имеют особенно выраженную тенденцию перехода в фепольный ряд.

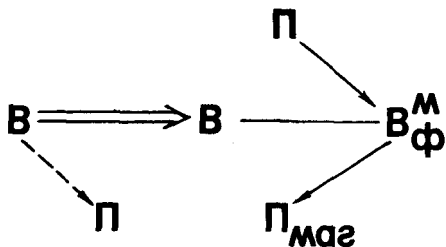
#### 4.4.1

Веполы с немагнитными полями имеют тенденцию перехода в «протофеполы», то есть веполы с магнитным веществом и магнитным полем.

А. с. 222 892. Способ обнаружения герметизированных отверстий (например, в подводной части корпуса законсервированного корабля), отличающийся тем, что с целью повышения надежности и ускорения процесса поиска местонахождения герметизирующего отверстия в патрубок отверстия перед его герметизацией закладывают излучающий элемент (например, постоянный магнит с направлением создаваемого им магнитного поля по нормали к наружной обшивке корпуса), обнаруживают это отверстие при помощи индикатора (например, магнитометра) по наибольшей величине напряженности магнитного поля.

#### 4.4.2

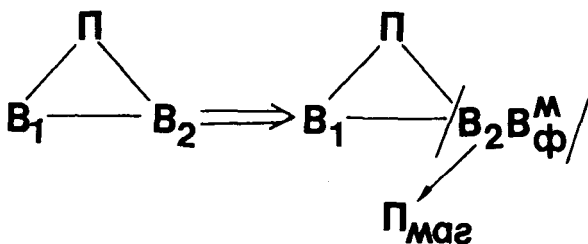
Если нужно повысить эффективность обнаружения или измерения «протофепольными» и вепольными системами, то необходимо перейти к фепольям, заменив одно из веществ ферромагнитными частицами (или добавив ферромагнитные частицы) и обнаруживая или измеряя магнитное поле:



А. с. 239 633. Способ определения степени затвердевания (размягчения) полимерных составов, отличающийся тем, что с целью неразрушающего контроля в состав вводят магнитный порошок и измеряют изменение магнитной проницаемости состава в процессе его затвердевания (размягчения).

#### 4.4.3

Если нужно повысить эффективность обнаружения или измерения системы путем перехода к феполю, а замена вещества ферромагнитными частицами недопустима, то переход к феполю осуществляется построением комплексного феполя, вводя добавки в вещество:



А. с. 754 347. Гидроразрыв пласта осуществляют, действуя жидкостью под давлением на горную породу. Для контроля за жидкостью в нее вводят ферропорошок и осуществляют магнитный картаж.

#### 4.4.4

Если нужно повысить эффективность обнаружения или измерения системы путем перехода от веполя к феполю, а введение феррочастиц недопустимо, то феррочастицы следует ввести во внешнюю среду.

При движении модели корабля в воде возникают волны. Для изучения характера волнообразования в воду добавляют частицы ферропорошка.

Если нужно повысить эффективность ферромагнитной измерительной системы, необходимо использовать физические эффекты, например, переход через точку Кюри, эффекты Гопкинса и Баркгаузена, магнитоупругий эффект и т. д.

А. с. 115 128. Способ измерения температуры при помощи индуктивного датчика, свойства магнитопровода которого изменяются в зависимости от изменения его температуры, отличающийся тем, что с целью повышения точности измерений магнитопровод датчика разогревают (или охлаждают) до температуры внешнего магнитопровода, что вызывает резкое изменение его проницаемости (эффект Гопкинса).

А. с. 1 035 426. Сигнализатор уровня жидкости, содержащий камеру из немагнитного материала, внутри которой помещен магнит, определяющий положение уровня жидкости, а снаружи — магнитоуправляемый контакт. Отличается тем, что с целью повышения надежности работы устройства магнит внутри камеры закреплен на высоте контролируемого уровня и покрыт термочувствительным материалом, точка Кюри которого ниже температуры контролируемой жидкости.

А. с. 332 758. Устройство для непрерывного индукционного нагрева штучных заготовок, перемещаемых с регулируемой скоростью под действием подающего механизма, связанного с электродвигателем, в камеру высокочастотного нагрева с цилиндрическим индуктором. Отличается тем, что с целью обеспечения автоматического контроля и регулирования температуры нагрева заготовок оно снабжено индукционной катушкой, устанавливаемой в нагревательной камере индуктора в зоне нагрева заготовок до температуры, вызывающей потерю магнитных свойств, и связанной с ней и электродвигателем исполнительной преобразующей схемой.

А. с. 266 029. Магнитная муфта скольжения, содержащая корпус и многополюсный ротор с постоянными магнитами, отличающаяся тем, что с целью обеспечения автоматического включения и выключения муфты при заданной температуре она снабжена шунтами, установленными между полюсами ротора и выполненными из термоактивного материала, имеющего характеристику магнитной проницаемости с точкой Кюри, соответствующей заданной температуре, а корпус и ротор изготовлены из материала с точкой Кюри, соответствующей температуре выше заданной («бисистемный» переход через точку Кюри).

А. с. 504 944. Способ измерения усилия, заключающийся в изменении микроструктуры элемента, имеющего доменную структуру, и преобразовании изменений микроструктуры в электрический сигнал. Отличается тем, что с целью повышения чувствительности

и точности измерения в нем регистрируют число скачкообразных изменений микроструктуры элемента, по которому судят о величине измеряемого усилия (эффект Баркгаузена).

А. с. 563 556. Способ измерения толщины металлопокрытий, заключающийся в том, что металлопокрытие подвергают электролитическому растворению, окончание которого фиксируют по сигналу электролитического взаимодействия с основой. Отличается тем, что с целью повышения точности измерения немагнитных металлопокрытий на ферромагнитной основе в качестве сигнала электролитического взаимодействия с основой используют шумы Баркгаузена.

#### 4. 5. НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Развитие измерительных ветвей совершается обычными системными переходами, но имеет и специфические особенности.

##### 4.5.1

Эффективность измерительной системы — на любом этапе развития — может быть повышена путем перехода к бисистеме и полисистеме.

Пример. Задача об измерении температуры тела маленького жука-долгоносика. В стакан помещают много жуков. Между жуками возникает внутренняя среда, температура которой равна температуре жуков. Измерение ведут с помощью обыкновенного медицинского термометра.

А. с. 256 570. Устройство для измерения длины прыжка воднолыжника. Если под трамплином установить два микрофона: один над водой, а другой под водой, то разность времени прохождения воздушной и подводной волн будет пропорциональна длине прыжка.

##### 4.5.2

Измерительные системы развиваются в направлении: измерение функции — измерение первой производной функции — измерение второй производной функции.

А. с. 998 754. Способ определения напряженного состояния горного массива, при котором измеряют не само электросопротивление породы (как было раньше), а скорость изменения электросопротивления.



## КЛАСС 5. СТАНДАРТЫ НА ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ

### 5.1

При постройке, перестройке и разрушении веполей часто приходится вводить новые вещества. Их введение либо связано с техническими трудностями, либо с уменьшением степени идеальности системы. Поэтому вещества надо «вводить, не вводя» и использовать различные обходные пути.

#### 5.1.1

Если нужно ввести в систему вещество, а это запрещено условиями задачи или недопустимо по условиям работы системы, то следует использовать обходные пути:

1. Вместо вещества используют «пустоту».

А. с. 245 425. Способ образования тензометрической сетки внутри модели из прозрачного материала путем заливки в тело модели сетки из нити. Отличается тем, что с целью исключения искажения поля напряжений нитями после затвердевания материала модели нити удаляют, в результате чего внутри модели образуется тензометрическая сетка из цилиндрических микропустот. В качестве материала можно использовать, например, тонкие медные нити, удаляемые затем воздействием кислоты.

2. Вместо вещества вводят поле.

А. с. 500 464. Для измерения степени вытяжки нити на ходу на нить наносят электрические заряды и определяют изменение линейной плотности заряда.

3. Вместо внутренней добавки используют наружную.

А. с. 360 540. Как измерить толщину стенки полого керамического сосуда? В сосуд заливают жидкость с высокой электропроводностью, подводят к жидкости один электрод и измеряют толщину стенки в любом месте, прикладывая снаружи другой электрод омметра.

4. Вводят в очень малых дозах особо активную добавку.

А. с. 427 982. Смазка для волочения труб на основе минерального масла, отличающаяся тем, что с целью уменьшения гидродинамического давления смазки в очаге деформации в ее состав введено 0,2—0,8 весового процента полиметакрилата.

5. Вводят в очень малых дозах обычную добавку, но располагают ее концентрированно — в отдельных частях объекта.

В полимер вводят (чтобы сделать его электропроводным) феррочастицы и располагают их в виде отдельных линий, нитей.

6. Добавку вводят на время.

А. с. 458 422. Способ бесконтактной магнитной ориентации деталей по а. с. 360 116, отличающийся тем, что с целью увеличения

эффекта ориентации без дополнительных энергозатрат при ориентации полых деталей в последние предварительно вводят ферромагнитные тела.

7. Вместо объекта используют его копию (модель), в которую допустимо введение добавки.

А. с. 499 577. Способ получения множества сечений путем создания набора моделей, отличающийся тем, что с целью повышения точности стереометрических исследований плоскости сечений трехмерных тел имитируют горизонтальной поверхностью жидкости, помещенной внутри прозрачной модели, которой придают различные положения в пространстве.

8. Добавку вводят в виде химического соединения, из которого она потом выделяется.

А. с. 342 761. Способ пластификации древесины путем обработки аммиаком, отличающийся тем, что с целью обеспечения пластификации поверхностей трения в процессе работы пропитку древесины производят солями, разлагающимися при температуре трения, например  $(\text{H}_4)_2\text{CO}_3$ .

9. Добавку получают разложением внешней среды или самого объекта, например электролизом, или изменением агрегатного состояния части объекта или внешней среды.

А. с. 904 956. Способ размерной электромеханической обработки, осуществляемый с присутствием газа в электролите, отличающийся тем, что с целью интенсификации удаления продуктов растворения газ в электролите образуют посредством электролиза последнего перед зоной обработки.

*Задача 14.* В полимеры — для повышения стойкости — добавляют вещества, «перехватывающие» кислород, разрушающий полимеры. В качестве «веществ-перехватчиков» используют мелкодисперсные металлы. Эти металлы обязательно должны иметь чистую (неокисленную) поверхность. Как вносить «перехватчики»? В вакууме или восстановительной (или инертной) среде слишком сложно. Как быть?

Решение задачи 14 по стандарту 5.1.1:

Задача решается по стандарту 5.1.1.8: в обычных условиях вводят соль, выделяющую металл при тепловом воздействии. В качестве такой соли можно, например, использовать оксалат железа (железную соль уксусной кислоты). Оксалат разлагается при  $300^\circ\text{C}$  с выделением железа или закиси железа (тоже «перехватчик» кислорода).

## 5.1.2

Если дана система, плохо поддающаяся нужным изменениям, и условия задачи не позволяют заменить инструмент или ввести добавки, вместо инструмента используют изделие, разделяя его на части, взаимодействующие друг с другом.

А. с. 177761. Способ подачи быстрорасплаивающейся рабочей жидкости в рабочую камеру анодно-механического станка, отличающийся тем, что с целью лучшего перемешивания жидкость подается в зону обработки двумя встречными потоками.

А. с. 412 449. Способ термообработки сыпучих материалов (например, сахарного песка) в барабанной сушилке путем конвективной сушки и последующего охлаждения в противотоке с газобразным агентом, отличающийся тем, что с целью интенсификации процесса и отделения мелкой фракции материал предварительно завихряют, а теплоноситель для конвективной сушки и охлаждающий агент подают навстречу друг другу и отсасывают отработавшие газы со взвешенной в них мелкой фракцией материала из зоны их смешения.

А. с. 719 809, п. 1. Способ получения металлических порошков, включающий распыление струи металлического расплава вихревым газовым потоком, отличающийся тем, что с целью повышения дисперсности порошка струе металлического расплава сообщают вращательное движение относительно ее оси.

П. 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что вращательное движение струи металлического расплава осуществляют противоположно направлению вихревого газового потока.

А.с. 726 256. Способ гашения энергии потока, включающий разделение его на отдельные потоки, закручивание их и последующее объединение, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности гашения потоки размещают один внутри другого и закручивают в противоположных направлениях.

А. с. 727 942. Способ сжигания топлива путем подачи в зону горения смеси топлива, воздуха и предварительно подогретого сыпучего материала, отличающийся тем, что с целью повышения интенсификации процесса горения с одновременным уменьшением вредных выбросов смесь топлива, воздуха и сыпучего материала подают, по крайней мере, двумя встречными сталкивающимися потоками.

А. с. 749 571. Способ дробления стружки при токарной обработке заготовок со снятием больших припусков, заключающийся в разделении снимаемого припуска с последующим получением направленных и независимых друг от друга потоков стружки. Отличается тем, что с целью расширения диапазона дробления стружки и уменьшения усилий резания независимые потоки стружки направляют навстречу друг другу с последующим их столкновением между собой и дроблением на элементы путем взаимодействия сил сталкивающихся потоков.

Если же в систему входит поток мелкодисперсных частиц и надо увеличить степень управления этими частицами, поток следует разделить на части, заряженные одноименно и разноименно. Если

весь поток заряжен одноименным электричеством, то противоположный заряд должна нести одна из частей системы.

А. с. 259 019. Способ электрической коагуляции аэрозоля в шахтах для очистки воздуха сухим пылеосаждением, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности пылеулавливания пылевой поток разделяют на две части, каждую из которых заряжают соответственно и направляют навстречу друг другу.

*Задача 15.* Известен «Способ диспергирования расплавов, включающий разделение расплава на струй, их разбивание и последующее охлаждение частиц...».

Спрогнозируйте дальнейшее развитие способа.

Решение задачи 15 по стандарту 5.1.2:

Решение очевидно: «... с целью расширения технологических возможностей разбивание струй расплава осуществляют направлением их навстречу одна другой по одной оси» (а. с. 719 802).

### 5.1.3

Введенное в систему вещество — после того, как оно сработало, — должно исчезнуть или стать неотличимым от вещества, ранее бывшего в системе или во внешней среде.

Чтобы вести индукционную плавку окиси бериллия (или алюминия), нужно ввести в окись проводник (окись — диэлектрик, приобретает электропроводность только в расплаве). Введение проводника может загрязнить окись (плавка производится для получения чистых кристаллов). Решение: вводят металлический бериллий (алюминий). Он обеспечивает «прием» индукционного поля и нагрев окиси. А при высокой температуре бериллий сгорает, превращаясь в окись и, следовательно, не загрязняя расплав (ИР, 1975, № 3, с. 25).

А. с. 588 025. Способ очистки внутренних поверхностей полых изделий путем прокачки через изделие моющей жидкости с наполнителем, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности очистки и обеспечения возможности полного удаления остатков наполнителя в качестве последнего используют гранулы легкоиспаряемого вещества.

А. с. 1 013 709. Льдохранилище, содержащее корпус, выполненный из теплоизоляционного материала, отличается тем, что с целью предотвращения загрязнения воды при размораживании льда в качестве теплоизоляционного материала используют искусственный нетоксичный тугоплавкий лед, полученный из смеси воды с метаном.

### 5.1.4

Если нужно ввести большое количество вещества, а это запрещено условиями задачи или недопустимо по условиям работы системы, в качестве вещества используют «пустоту» в виде надувных конструкций или пены.

Патент СССР 320 102. Для перемещения аварийных самолетов под крылья устанавливают надувные емкости. При наполнении воздухом емкости плавно приподнимают самолет. Под емкости могут быть установлены тележки для транспортировки.

А. с. 895 858. Способ формирования лесосплавного пучка, состоящий в укладке бревен в накопитель, их обвязке и формировании между ними подплава, отличающийся тем, что с целью повышения степени плавучести подплав формируют путем заполнения свободного пространства между бревнами внутри пучка смесью полиизоцианата с полиэфиром, образующими пенопласт.

#### Примечания.

1. Применение надувных конструкций — стандарт на макроуровне. Использование пены — тот же стандарт на микроуровне.

2. Стандарт 3.1.4 часто используют совместно с другими стандартами.

## 5.2. ВВЕДЕНИЕ ПОЛЕЙ

При постройке, перестройке и разрушении веполей часто необходимо вводить новые поля. Чтобы не усложнять при этом систему, следует использовать стандарты подкласса 5.2.

### 5.2.1

Если в вепольную систему нужно ввести поле, то следует прежде всего использовать уже имеющиеся поля, носителями которых являются входящие в систему вещества.

Способ отделения пузырьков газа от жидкости в потоке жидкого кислорода. В системе два вещества. Оба являются носителями механического поля. Для решения задачи достаточно преобразовать движение этих веществ, «закрутив» поток. Центробежная сила отождет жидкость к стенкам, а газ — к оси трубопровода.

### 5.2.2

Если нужно ввести поле, а по стандарту 5.2.1 это сделать невозможно, следует использовать поля, имеющиеся во внешней среде.

А. с. 414 354. Для удаления влаги с проезжей части моста используют тягу, создаваемую эжектором, опущенным в реку.

Если в систему необходимо ввести поле, а это нельзя сделать по стандарту 5.2.1 и 5.2.2, то следует использовать поля, носителями или источниками которых могут «по совместительству» стать вещества, имеющиеся в системе или во внешней среде.

А. с. 504 932. Сигнализатор уровня жидкости, преимущественно топлива, содержащий поплавком с контактом, корпус с другим контактом, изолированным от него, и индикатор, в цепь которого включены указанные контакты. Отличается тем, что с целью исключения источника питания в сигнальной цепи и предотвращения возможного искрообразования на контактах контакты корпуса и поплавок выполнены из разнородных металлов (например, меди и константана), образующих при замыкании холодный спай термодопары. Другой спай, расположенный вне объекта контроля, снабжен источником подогрева.

А.с. 225 992. Электромагнитный насос перекачивания расплавленного металла или жидкого электропроводного теплоносителя, включающий электромагнит и электрический контур, отличается тем, что с целью исключения внешнего источника электрического питания в нем в качестве источника питания применен замкнутый контур, состоящий из двух полупроводниковых термоэлементов, имеющих форму пластин и расположенных между холодной коммутационной пластиной термоэлемента и горячей коммутационной пластиной, имеющей полость, расположенную между полюсами электромагнита, по которой протекает горячий перекачиваемый жидкий теплоноситель.

А. с. 356 489. Система «обрабатываемая деталь — режущий инструмент» использована как термодопара в устройстве для измерения температуры резания.

А. с. 568 538. Абразив нанесен на проволочный каркас, выполненный в виде термодопары. Шлифовальный круг сам сигнализирует о температуре в зоне шлифования.

Если в системе имеются ферромагнитные вещества, используемые чисто механически, следует также использовать их магнитные свойства для получения дополнительных эффектов: улучшения взаимодействия элементов, получения информации о работе и состоянии системы и т. д.

А. с. 518 591. Мальтийский механизм, содержащий ведущее звено и ведомый мальтийский крест, отличается тем, что с целью повышения срока службы ведущее звено снабжено секторами из магнитомягкого материала с установленными в них постоянными магнитами, а мальтийский крест снабжен пластинками из гистерезисного материала.

### 5.3. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Противоречивые требования к вводимым веществам и полям могут быть удовлетворены использованием фазовых переходов.

#### 5.3.1

Эффективность применения вещества — без введения других веществ — может быть повышена фазовым переходом 1, то есть заменой фазового состояния имеющегося вещества.

А. с. 252 262. Энергоснабжение пневмосистем в шахтах — на основе сжиженного (а не сжатого) газа.

#### 5.3.2

«Двойственные» свойства могут быть обеспечены фазовым переходом 2, то есть использованием веществ, способных переходить из одного фазового состояния в другое в зависимости от условий работы.

А. с. 958 837. Теплообменник снабжен прижатыми к нему «лепестками» из никелида титана. При повышении температуры «лепестки» отгибаются, увеличивая площадь охлаждения.

А. с. 166 202. Применение в качестве рабочих тел в газотурбинных установках замкнутого цикла газовых систем (например,  $N_2O_4$ ,  $Al_2C_2$ ,  $CH_4 + CO_2$  и другие), в которых в результате обратимых химических реакций, сопровождающихся тепловым эффектом, газовая постоянная увеличивается перед турбиной и уменьшается перед компрессором до первоначальной величины.

(Газовые смеси обладают свойством обратимой диссоциации-рекомбинации с выделением и поглощением тепла.)

А. с. 1 003 163. Конденсатор переменной емкости, содержащий две обкладки с расположенными между ними диэлектриком и узлом регулирования температуры диэлектрика, отличается тем, что с целью увеличения диапазона изменения емкости диэлектрик состоит из двух слоев, один из которых выполнен из материала с диэлектрической проницаемостью, не зависящей от температуры, а другой — из материала с фазовым переходом металл — диэлектрик.

#### 5.3.3

Эффективность системы может быть повышена за счет фазового перехода 3, то есть использования явлений, сопутствующих фазовому переходу.

А. с. 601 192. Приспособление для транспортировки мороженных грузов имеет опорные элементы в виде брусков льда (снижение трения за счет таяния).

«Двойственные» свойства системы могут быть обеспечены фазовым переходом 4 — замена однофазового состояния двухфазным.

Патент США 3 589 468. Для глушения шума, а также для улавливания испарений, запахов и стружек при резании зону резания покрывают пеной. Пена проницаема для инструмента, но не проницаема для шума, испарений и т. д.

А. с. 722 740. Способ полирования изделий. Рабочая среда состоит из жидкости (расплав свинца) и ферромагнитных абразивных частиц.

А. с. 936 962. Способ промывки фильтров с зернистой загрузкой, включающий взрыхление загрузки и последующее вымывание загрязнений восходящим потоком промывной воды, отличается тем, что с целью повышения КПД и уменьшения травматизации рыбы активную среду перед подачей ее из сопла насыщают газом.

### 5.3.5

Эффективность технических систем, полученных в результате фазового перехода 4, может быть повышена введением взаимодействия (физического, химического) между частями (или фазами) систем.

А. с. 224 743. Двухфазное рабочее тело для компрессоров и тепло-силовых установок, состоящее из газа и мелких частиц твердого тела, отличающееся тем, что с целью дополнительного сжатия газа в холодильнике и компрессоре и дополнительного расширения в нагревателе в качестве твердой фазы использованы сорбенты с общей или избирательной поглотительной способностью.

А. с. 282 342. Применение в качестве рабочего тела для контуров бинарного цикла энергетической установки химически реагирующих веществ, диссоциирующих при нагревании с поглощением тепла и уменьшением молекулярного веса и рекомбинирующих при охлаждении к исходному состоянию.

## 5.4. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗЭФФЕКТОВ

Многие стандарты предусматривают применение физэффектов или могут быть использованы вместе с ними. При этом необходимо учитывать некоторые приемы, повышающие эффективность применения физэффектов.

### 5.4.1

Если объект должен периодически находиться в разных физических состояниях, то переход следует осуществлять самим объектом за счет использования обратимых физических превращений,



например, фазовых переходов, ионизации-рекомбинации, диссоциации-ассоциации и т. д.

А. с. 177 497. Молниеотвод в виде газовой трубки. Сам включается при возникновении молнии: газ ионизируется, становится проводником. После исчезновения молнии ионы сами рекомбинируют, газ становится электронейтральным, а молниеотвод непроводящим и потому не дающим радиотени.

А. с. 820 836. Автоматическая заслонка, содержащая корпус, клапан и термочувствительный элемент, отличающаяся тем, что с целью повышения надежности работы и упрощения конструкции она имеет установленную на корпусе перемычку, на которой закреплен клапан, состоящий из двух загнутых пластин, выполненных из металла, обладающего «памятью формы».

#### 5.4.2

Если необходимо получить сильное действие на выходе при слабом действии на входе, необходимо привести вещество-преобразователь в состояние близкое к критическому. Энергия запасается в веществе, а входной сигнал играет роль «спускового крючка».

А. с. 969 327. Способ усиления упругих волн, включающий ввод в твердое тело упругой волны и наложение поля внешнего источника энергии, отличающийся тем, что с целью расширения функциональных возможностей путем усиления ударных волн перед вводом упругой волны в твердое тело его деформируют до температуры, которая меньше температуры фазового перехода второго рода на величину скачка температуры при прохождении упругой волны по нему.

А. с. 416 586. Способ испытания изделий на герметичность, заключающийся в том, что изделие погружают в обезгаженную жидкость, создают перепад давления в полости изделия и над жидкостью, обеспечивая более высокое давление в полости, и по пузырькам в жидкости обнаруживают места нарушения герметичности. Отличается тем, что с целью повышения чувствительности испытания жидкость при испытании поддерживают в состоянии перегрева.

### 5.5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ

#### 5.5.1

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы), а непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, то требуемые частицы надо получить разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

А. с. 741 105. Способ создания высокого давления водорода: водородсодержащее соединение помещают в герметичный сосуд и подвергают электролизу с образованием свободного водорода.

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно или по стандарту 5.5.1, то требуемые частицы надо получить достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

А. с. 364 493. Для снижения гидродинамического сопротивления движению судов использовали подачу высокомолекулярных составов (эффект Томса). Это связано с большим расходом полимеров. Предложено создавать комплексы молекул воды под действием электромагнитного поля.

### 5.5.3

При применении стандарта 5.5.1 простейший путь — разрушение ближайшего вышестоящего «целого» или «избыточного» (отрицательные ионы) уровня, а при применении стандарта 5.5.2 простейший путь — достройка ближайшего нижестоящего «нецелого» уровня.

А. с. 177 497. Задача о защите антенны. Ионы получают разрушением молекул газа. Нейтральные молекулы восстанавливают, объединяя «осколки» (ионы и электроны).

## ЗАДАЧИ НА ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ

1. Дождевальная машина имеет горизонтально расположенный поливной трубопровод длиной 40 метров, вращающийся вокруг вертикальной оси, проходящей через центр трубопровода. Чтобы трубопровод не сломался, его поддерживает рама из дюралевых балок и стальных тросов-расчалок. В целом сооружение имеет немалый вес и потому нуждается в сильном двигателе.

Какие изменения следует ввести в систему? На каких стандартах основаны эти изменения?

2. Нужно разработать способ изготовления длинных и тонких стальных пружин. Внутренний диаметр пружины 2 мм, толщина проволоки 1 мм, длина пружины 400 мм. В нерастянутом состоянии витки пружины должны прилегать друг к другу.

Какой стандарт следует использовать? Как выглядит конкретное техническое решение?

3. При нагреве стальных заготовок под обработку давлением (прокатка, пресование и т. д.) до температуры 1000—1200° С, начиная с температур, превышающих 800—850° С, поверхность заготовок интенсивно окисляется и обезуглероживается.

Как предотвратить окисление и обезуглероживание поверхности, сохранив способ нагрева заготовок — контактный или индукционный.

Применение для этой цели различного рода обмазок и покрытий нежелательно, а использование защитных атмосфер усложняет технологический процесс.

4. Затонувшие корабли поднимают с помощью понтонов, то есть больших емкостей, прикрепляемых к кораблю. Понтоны наполняют водой, опускают на дно, крепят к кораблю, а потом вытесняют (сжатым воздухом) воду из понтонов. Понтоны всплывают и тянут за собой корабль.

Крепление понтонов осуществляют водолазы. Под кораблем протягивают тросы и с двух сторон крепят понтоны.

Все резко осложняется, если корабль глубоко сидит в иле (так бывает часто). Водолазы не могут работать в иле. Кроме того, ил держит корабль, «цепляясь» за корпус и создавая при подъеме огромную силу, удерживающую корабль на дне. Если слой ила тонкий, его еще можно смыть струей воды, подаваемой под давлением. Но чаще всего слой ила толст (корабль всем корпусом сидит в иле) и плотен. Размыв ила идет медленно (используют землесосные устройства), налетит шторм, взбаламутит море, снова корабль окажется в иле...

Нужен эффективный способ борьбы с вредным действием ила.

5. В экспериментальной установке для очистки загрязнений с внутренних поверхностей труб используют «ерш» — длинный стержень с выступающей во все стороны «щетиной» из тонкой проволоки. «Ерш» передвигают «туда-сюда», постепенно отдирая плотную корку загрязнений со стенок трубы. Работа медленная и тяжелая. Был изготовлен «ерш с вибратором», производительность очистки повысилась незначительно.

По условиям задачи нельзя предлагать другие способы и устройства для очистки. Инструментом должен оставаться «ерш» или «ерш с вибратором». Очищаемые трубы жестко прикреплены к громоздкой и сложной аппаратуре. Поэтому в данном случае попытка настроиться на резонансную частоту труб ничего не дает.

Какой стандарт надо использовать? Как?

6. При электрококсовании угля воздух подают снизу через слой кускового угля, лежащий на колосниковой решетке. (Схема такая: решетка — крупные куски угля — мелкие куски угля. Крупные куски нужны, чтобы мелкие куски не провалились). Но уголь горюч, крупные куски угля воспламеняются, происходит нежелательный разогрев решетки. Попробовали заменить слой крупного угля защитным слоем из чего-то негорючего (кварциты, фосфориты, углекислый кальций) — перегрева колосников нет, но защитный слой смешивается с получаемым коксом, продукция загрязняется. Как быть?

Решите задачу по стандартам.

7. В а. с. 578 984 описан способ очистки отработанного масла. По этому способу в качестве фильтрующего материала используют пористый магнитный металло-керамический материал, хорошо улавливающий стальные частицы.

Сформулируйте задачу, связанную с дальнейшим развитием этого способа. Как решается задача?

8. Фонтан — техническая система и, следовательно, должен развиваться. Предложите новую конструкцию фонтана. Речь идет о технической конструкции, не об архитектурной. При этом, кроме новизны, должна быть достигнута и «полезность» — эстетический эффект.

9. Флаг — полотнище, укрепленное на древке. Спрогнозируйте развитие этой системы, используя стандарты.

10. Металлическая баба — тяжелая чушка, которую поднимают вверх с тем, чтобы, отпустив, позволить ей упасть под собственным весом, например, на забиваемую сваю. Сделайте следующее изобретение.

11. Красивые гранитные плиты — это бывшие каменные глыбы, распиленные и отполированные. Камнерезный станок дает грубую поверхность, сразу ее не отполируешь: слишком большой припуск нужно снять. Поверхность камня предварительно обрабатывают ультразвуком в какой-нибудь среде. Но дело это медленное, ультразвук едва справляется с твердой холодной поверхностью камня. Пытались обрабатывать камень ультразвуком в горячей среде, но тогда обработка идет слишком интенсивно, и камень даже растрескивается. То есть время, сэкономленное на обработке, приходится тратить на тщательный контроль поверхности, а для этого процесс обработки приходится часто прерывать. Как быть?

12. Прототип изобретения: «Способ резки стекла, включающий нанесение надреза на поверхность стекла и образование сквозной трещины путем сообщения акустических колебаний...» Какими должны быть дальнейшие изобретения, если учесть общую схему развития системы? Каким стандартам соответствуют эти изобретения?

13. Ответственные детали приборов и механизмов хранят упакованными в пластиковую пленку. После снятия необходимо убедиться, что на приборе или механизме не осталось ни малейших кусочков налипшей пленки. Как это сделать?

14. Известен способ бестраншейной прокладки трубопроводов продавливанием (например, под шоссе или полотном железной дороги). Для уменьшения сопротивления между боковыми стенками трубы и грунтом в скважину подают воду (это соответствует стандарту 1.2.1). Как усилить действие воды?

15. В робототехническом штамповочном комплексе при вырубке на штампе металлических или пластмассовых заготовок в рабочую зону для предотвращения возникновения заусенцев подается масло. Перед подачей заготовок на дальнейшую штамповку их полагается мыть. Однако моют не очень хорошо, к тому же не всегда. Заготовки подают обмасленными в кассету, откуда робот присоской должен их достать и нести на дальнейшую штамповку. Из-за слипания деталей робот иногда захватывает две детали, что приводит к поломке штампа.

Сдвигать верхнюю заготовку относительно края кассеты, чтобы отлепить ее от нижней, недопустимо, поскольку детали могут быть разной толщины, а перестройка робота при этом исключается. Как быть?

## *Приложение 2.*

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ**

1. В простейшем случае стандарты можно применять «индивидуально» (не в системе). При пользовании стандартами (или после 3—4-кратного прочтения текста) многие стандарты запоминаются и — при ознакомлении с задачей — нужный стандарт невольно «всплывает» в памяти. Это, конечно, не самый лучший способ их применения: требуемый стандарт может и не вспомниться, а главное — не используются возможности системы стандартов. Но управлять памятью трудно, памяти не прикажешь, и если вспомнился подходящий стандарт, можно им воспользоваться. При решении простых задач это вполне допустимо.

2. Разумеется, целесообразнее использовать стандарты в совокупности с АРИЗ-85-В. В тексте АРИЗ есть шаги, указывающие, когда именно надо задействовать систему стандартов. При анализе задачи по АРИЗ ее условия претерпевают значительные изменения: так, модель задачи весьма существенно проясняет первоначальные смутные, а иногда просто неверные условия. И потому применение стандартов к модели задачи заведомо сильнее, чем применение их к необработанной изобретательской ситуации — есть гарантия того, что решение начато с мини-задачи (направлено на минимальное изменение исходной системы).

Еще более упрощается задача (а значит, и применение стандартов для ее решения) после уточнения вещественно-полевых ресурсов (ВПр). Учет и использование ВПр дает решения близкие к ИКР.

3. Независимо от того, каким образом решена задача (по стандартам или по АРИЗ), к решению ее — для форсирования и дальнейшей идеализации — необходимо применить стандарты как систему. Расположение стандартов не хаотично, оно согласуется с общей схемой развития систем. Поэтому систему стандартов следует использовать и как прогностический инструмент, даже в том случае, когда в условиях задачи нет такого требования.

Итак, в общем случае последовательность действий подчинена простой логике: надо без спешки, грамотно и четко построить модель задачи, определить вещественно-полевые ресурсы, затем подобрать подходящий стандарт (обходя — если надо — запреты на введение

добавок), форсировать измененную систему (даже если это не требуется условиями задачи), убрать «лишние» поля и вещества и, наконец, максимально использовать полученный принцип.

### Приложение 3.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

1. А. с. 304 913, БИ № 18, 1971.
2. А. с. 222 322, БИ № 23, 1968.
3. А. с. 321 195, «Пионерская правда», 1985, 4 мая.
4. Дж. Н. Гору. Подъем затонувших кораблей. Л.: Судостроение, 1978, с. 337.
5. Патент США 3 446 666 (использование стоячих волн — концентрация энергии).
6. А. с. 722 934, БИ № 11, 1980.
7. Контрольного ответа нет.
8. ИР № 10, 1981, с. 16.
9. А. с. 800 332, ИР № 8, 1981, МИ 0808.
10. А. с. 571 608, ИР № 6, 1978, МИ 0610.
11. ИР № 5, 1981, с. 26.
12. А. с. 996 347.
13. Патент США 3 422 265. В пленку при изготовлении добавляют люминофор. Поиск прилипших кусочков пленки ведут визуально — при дневном свете или облучении ультрафиолетом.
14. Электролизом образуют пузырьки в воде.  
Золотухин Н. А. Исследование технологии погружения железобетонных свай с применением электроосмоса. Автореферат диссертации, Харьков, 1971.
15. Между двумя пластинами есть прослойка масла. Ее надо нагреть, превратив в пар, который разъединит пластины. Нагревают за счет индукционного нагрева пластин. Стандарт 1.2.2 в несколько измененном виде. Если пластины пластмассовые, в масло надо заранее ввести тонкоизмельченный ферромагнетик.

The background of the cover is a complex, abstract geometric design. It features a series of overlapping, parallel lines that create a sense of depth and movement. The lines are arranged in various directions, some forming concentric circles, others forming straight paths that intersect and overlap. The overall effect is reminiscent of a stylized architectural structure or a futuristic landscape. The design is rendered in black and white, with varying line thicknesses and spacing.

Г. Альтов

# ТРЕТЬЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЕ

Отрывок из научно-фантастической повести





---

«Третье тысячелетие» — повесть о будущем. О будущем Земли и околосолнечного пространства, о будущем техники и о будущем людей, эту технику создающих.

Мы видим, какими бурными темпами развивается техника сегодня, так что уж говорить о технике третьего тысячелетия! «Прогресс безжалостен. Отстанешь на шаг и это необратимо: разрыв будет все время увеличиваться. Чуть раньше или чуть позже, но обязательно отстанешь».

Герои Г. Альтова — универсалы и в то же время высочайшие профессионалы. Читатель увидит в этом отрывке из повести и остро сюжетные ситуации и блестящие технические решения, которые вполне реальны, хотя сегодня еще неосуществимы.

Главное в повести — новая школа (проблема актуальная и для нас сегодняшних). Кого готовить в «завтра»? Узких специалистов или универсалов? Да и как готовить?..

Эта фантастическая повесть приглашает читателя к раздумью и в то же время подчеркивает необходимость овладения теорией решения изобретательских задач: ведь именно ее категориями оперируют герои.

*А. Б. Селюцкий*

## КОРОНА Д

### 1

В свободном пространстве буря — это шестьдесят единиц по Канелю. Но в атмосфере Юпитера, с ее плотными нерегулярными полями, ниже шестидесяти не бывает. Мы вылетели из Северного порта на Ганимеде, когда по всем прогнозам обстановка в районе станции Юпитер-Корона Д была никак не меньше семидесяти. Существует множество ограничений на рейсы в таких условиях: а) экипаж должен состоять из пилотов первого класса, б) экипаж должен иметь по крайней мере двухгодичный опыт полетов в короне Юпитера, в) экипаж должен ежегодно проходить спецкурс на модельном полигоне, г) экипаж должен... Я уж не помню всего, там длинный перечень «должен».

В моей пилотской книжке записан четвертый класс по анализу полей, это хоть что-то, а вот стереотехника и динамическая структура корабля — не выше шестого уровня. С такой книжкой я мог быть в этом полете только пассажиром, зато уж в качестве пассажира я держался на высоте. Сразу после старта аналитик переглянулся с ДС-оператором, и корабль резко встряхнуло. Это был проверочный комплекс Тенешева, я этот комплекс знал теоретически, а теперь получил возможность ознакомиться с ним на практике. Что ж, экипаж должен заранее иметь представление о том, на что способен пассажир в таком полете, а мозг корабля должен учесть в аварийной программе мою реакцию на внешние воздействия. Вообще, этот полет состоял из сплошных «должен»: экипаж должен, пассажир должен, корабль должен...

ДС-оператор, девчонка лет двадцати, сочувственно поглядывала на меня, но это не помешало ей прокрутить весь этот чертов комплекс и даже кое-что добавить.

— Немножко потрясло, — сказала она потом. — Пояс турбулентных течений. Теперь будет тише.

С моего места был виден пульт перед аналитиком, я следил за обстановкой на экране и уловил момент, когда корабль действительно ворвался в плотное турбулентное течение. Полагалось сбросить скорость и тихо-тихо выбираться, но выбираться было некуда,

потому что мы шли на станцию Корона Д, а она постоянно дрейфовала в самом пекле.

Перед полетом я прикинул: почти час абсолютно свободного времени — подумаю, как действовать на Короне. Но все это время я следил за работой экипажа.

Я давно не видел такой виртуозной техники пилотирования. Аналитик просматривал поле на семь-восемь циклов вперед, с моим четвертым классом об этом и думать не приходилось. Мой предел — два цикла с точностью в семьдесят процентов. Стереотехник считывал данные прямо с экрана и задавал перестройку корабля без расчета на машине. ДС-оператор меняла структуру корабля, не теряя ни грамма массы. Для меня отличной оценкой была потеря одной десятой массы при перестройке в обычном стационарном поле. Я так и летал: перестройка, потеря массы, наращивание массы, новый расчет — и на всю процедуру уходит минут двадцать...

Перестраивая корабль, девчонка ДС-оператор создавала удивительно изящные и лаконичные обводы, хотя никакого значения для полета красота корабля не имела. Это был танец для себя, танец от избытка сил, таланта, радости. На нас обрушивались шквальные волны ледяной аммиачной пыли, вокруг бушевали штормовые магнитные поля, а корабль шел плавно, как в свободном пространстве.

Эти трое, аналитик, стереотехник и ДС-оператор, были подлинными мастерами, и все-таки их держали здесь, на внешних трассах. Ю-пилоты на базе Корона Д имели еще более высокую квалификацию. Все построено на отборе. Отбор, отбор и снова отбор... Сначала спецшкола, чтобы попасть в нее, нужно преодолеть с десятков придирчивых комиссий. Потом высшее училище, не любое, а только на Ганимеде, со своим знаменитым модельным полигоном и инструкторами, всю жизнь летавшими у Юпитера. Из ста выпускников спецшколы в это училище проходят десять-двенадцать. А из ста принятых оканчивают курс семь-восемь. Затем учебный отряд — и снова отбор: в лучшем случае один экипаж из четырех попадает на коронные базы Юпитера. И тренировки, бесконечные тренировки — в спецшколе, в училище, в группе внешних трасс и потом, когда, наконец, становишься ю-пилотом. Экзотренажеры, модельные полигоны, специальный режим и куча психологов, врачей, инструкторов на каждого ю-пилота.

Предельный отбор и предельная специализация. Ю-пилот со специальностью аналитика имеет всего лишь третий или четвертый класс по стереотехнике и ДС-операциям, но в своей узкой области (Сводный каталог, часть 9, раздел К, № 227 — анализ нерегулярных полей в короне и атмосфере Юпитера) он вне классификации. Есть уровни, не поддающиеся количественной оценке. Попробуйте определить квалификацию Моцарта или Чехова!

Лет семьдесят — восемьдесят назад здесь летали обычные пилоты. Трудно понять, как им это удавалось. Анализ полей тогда только-только разрабатывался: путем громоздких вычислений можно было приближенно рассчитать простейшее периодическое поле. Стереотехники и ДС-операций просто не существовало. И все-таки летали! Собирали в пространстве металлическую коробку, набивали ее до отказа топливом, припасами, приборами — все до последней мелочи приходилось брать с собой, потому что корабль и пространство мыслились тогда независимыми друг от друга, никто еще не думал о возможности перестраивать корабли за счет вещества Диска. Да и самого Диска не было. Выдвигая проект Диска, Токарев и Виганд стремились облегчить полеты обычных по тем временам ракетных кораблей. В их проекте это выглядело так: Юпитер полностью распылен, в солнечной системе создано плоское пылегазовое облако — от орбиты Меркурия до орбиты Юпитера — и в этом облаке летают корабли с прямоточными РД. Энергию кораблям дает атомный реактор, а вещество облака используется только в качестве рабочего тела — разогревается и выбрасывается, создавая тягу.

Диск теперь почти построен, масса Юпитера вдвое меньше первоначальной, но Диск мало похож на однородное облако в проекте Токарева и Виганда. Вещество распределено в Диске неравномерно. Основная масса сосредоточена в узких транспортных каналах — по орбите Юпитера, по спиральям, идущим от этой орбиты к внутренним планетам. У Диска сложная и тонкая структура: транспортные каналы, скоростные трассы, радиальные течения, технологические сферы, зоны синтеза тяжелых элементов, местные поля у новых планет — Прометей, Дедала, Арахны. И корабли теперь иные. В сущности, кораблей в старом понимании этого слова вообще не осталось. На стандартную капсулу ДС-оператор наращивает конструкцию из вещества Диска: реактор, двигатель, корпус с жилыми и грузовыми отсеками, защитные экраны. Потом все меняется и перестраивается в зависимости от режима полета и состояния внешних полей. Пылегазовый Диск дает неограниченные количества энергии и вещества, остальное зависит от искусства пилотов. Когда рейс закончен, конструкция распылается, и от корабля, длина которого нередко превышает сотню километров, остается маленькая стандартная капсула, готовая при необходимости снова стать кораблем. Мы летаем в Диске естественнее, чем птицы, — никакая птица не умеет наращивать крылья из воздуха.

Но когда-то здесь, в вихревой короне Юпитера, в ее бешеных полях, отчаянные парни ухитрялись летать на простых металлических коробках...

Связь между Короной Д и Ганимедом поддерживалась только кораблями, однако о моем прилете каким-то образом были предупреждены заранее. В жилой зоне, у выхода из лифта, меня ждал Рой Дэвис. Он шагнул вперед, остановился, губы у него дрогнули, и я понял, что он знал о прибытии генерального организатора ЮНЕСКО, но даже не подозревал, что организатором окажусь я.

— Ил,— глухо произнес он.— Ил, прошло пять лет, целая вечность...

Мы обнялись.

Я получал отчеты о Рое дважды в год. Подробные отчеты с фильмами, звукозаписями и снимками. Но на мгновение я задохнулся от радости и нежности, потому что это был Рой, забияка Рой, великолепный Рой, лучший мой друг в далекие годы детства.

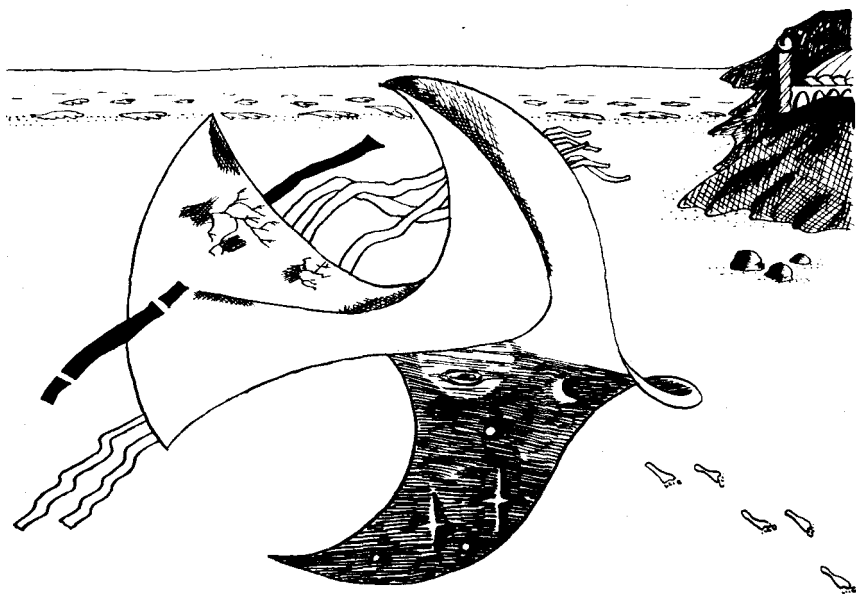
Мы были четверкой Уно Хедлунда: Рой, Синдзи, Лина и я. Самой первой четверкой, на которой Уно испытывал свою систему обучения. Мы были надеждой Уно Хедлунда и вызовом, который он бросил миру. Эпоха расцвета научных методов профессионального отбора, эпоха узкой и сверхузкой специализации — и вдруг появляется человек, который заявляет, что специализация вообще должна быть заменена подготовкой универсалов... На XI Международном конгрессе по профессиональной подготовке короткое сообщение Уно просто не привлекло внимания. Шесть лет спустя, на XIII конгрессе, Уно выступил снова, и тогда взял слово президент конгресса Морис Балм. Он сказал: «Возьмите любую специальность по Сводному каталогу, проверьте программу подготовки и попытайтесь найти в ней хотя бы один лишний час, а затем сложите все время по всем специальностям — их свыше шестисот тысяч — и посмотрите, что у вас получится. Можете уменьшить полученную сумму на двадцать или даже на тридцать процентов за счет разделов, общих для всех специальностей, можете учесть новейшие технические средства обучения, но не забудьте внести и другую поправку: сейчас мы ведем отбор, и поэтому каждый обучается тому, что он способен усвоить наилучшим образом и в наикратчайший срок».

Морис Балм был тогда в зените своей славы. Выступление, конечно, транслировалось по космотексту: комментатор пошутил насчет универсалов, шутку подхватили журналисты, и проект Уно получил печальную известность. Впрочем, ненадолго. О нем быстро забыли, потому что началось переселение на Дедал, первое переселение на первую искусственную планету, созданную из расплавленного вещества Юпитера. Прошло полгода, и Уно пригласили в ЮНЕСКО, в учреждение под странным названием «Комиссия семнадцатого переворота». Корректный и невозмутимый чиновник объявил Уно, что комиссия готова финансировать его проект. «За

три тысячи лет,— сказал чиновник,— наука шестнадцать раз существенно изменяла свои фундаментальные представления. Геоцентрическая система мира была заменена гелиоцентрической, квантовая физика признала постулаты немыслимые для классической физики. И так далее. Вполне возможен семнадцатый переворот, и наша цель состоит в поддержке проектов, находящихся в противоречии с современными научными взглядами, однако не лишенных внутренней логики и направленных на благо человечества. Проект подготовки универсалов удовлетворяет перечисленным требованиям. Это первый проект, который решила поддержать наша комиссия...». И Уно получил возможность построить школу на Гродосе, маленьком островке в Эгейском море.

Уно Хедлунду было двадцать восемь, когда он вместе с женой переселился на Гродос. Не знаю, как Уно удалось избежать соблазна сразу же пустить в ход свою систему. В те времена она должна была казаться ему простой и надежной. Уно открыл обычную школу с обычными учениками и обычной программой. Год за годом он испытывал отдельные элементы своей системы, терпеливо экспериментировал с бесчисленными их вариантами, искал новые приемы и новые сочетания приемов — и все это осторожно, чтобы не помешать нормальной работе школы. Выпускники Гродоса шли в обычные училища океанологии и специализировались там по структуротехнике течений, флоро-фауновым композициям, управлению волновым режимом или еще какой-нибудь из семисот с лишним океанологических специальностей. Через девять лет Уно Хедлунд впервые решил испытать свою систему. Он закрыл школу и полгода перестраивал ее, потому что теперь в школе должны были заниматься только четыре ученика.

Эксперимент Уно нарушал сто шестую статью принятого незадолго до этого «Кодекса воспитания»: нельзя экспериментировать с методами обучения, если нет средств полностью устранить последствия возможной неудачи. Допустим, говорили противники Уно, опыт даст отрицательные результаты, через десять или двенадцать лет выяснится, что ваши ученики не стали универсалами, а готовить из них полноценных специалистов будет уже поздно, вы искалечите четыре жизни... И снова «Комиссия семнадцатого переворота» пришла на помощь Уно, хотя для этого пришлось выдержать бурную дискуссию. Была принята поправка к сто шестой статье. Уно разрешили провести эксперимент при условии, что родители его воспитанников детально ознакомятся с программой и подтвердят свое согласие. Мой отец окончил школу на Гродосе, у него не было ни малейших колебаний. Отец и мать Роя долго изучали программу, обсуждали ее с Уно, спорили по всем разделам... и остались на Гродосе преподавателями. Потом появился Синдзи Накаи, ему было семь лет, на два года больше, чем нам с Роем. Он убежал из школы



в Марселе, а до этого убегал из шести других школ, и его родители были счастливы, что нашлась школа, в которую Синдзи пришел сам. Ну, а Лина была дочерью Уно Хедлунда.

Мои детские воспоминания связаны с Гродосом. Я помню жестокий ночной шторм, наверное, это самое раннее воспоминание. На потолке моей спальни вспыхивали синеватые отблески молнии, ветви акации тревожно стучали в оконное стекло. Я слышал странные скрипящие звуки, и мне казалось, что по острову рыщет злой великан... Утром я нашел на берегу разбитый купол мезоплана. Он лежал на песке, похожий на огромную медузу, и волны тихо шевелили его изорванные шупальца. Я привел Уно и Синдзи, они долго ходили вокруг мезоплана и заглядывали в разбитые иллюминаторы, а я сидел на камне и плакал. Уно сказал, что плакать не надо: в мезоплане нет людей, это грузовой автомат. Глотая слезы, я рассказал о ночном великане. Я хотел, чтобы Уно знал, кто убил эту большую красивую медузу. «Маленький язычник, — рассмеялся Уно, — я все вижу: ты здороваешься с морем, даешь имена облакам и деревьям и даже развалины старого храма на Сизой горе ты считаешь живым существом...».

Разбитый мезоплан оставили на острове — на этом настоял Синдзи. Я смотрел, как Уно и Синдзи, надев силовые скафандры, тащат сиреневый купол вдоль берега. Синдзи долго выбирал подходящее место, в конце концов мезоплан установили на широкой

песчаной косе в Заливе Черепах. Неподалеку Синдзи посадил три карликовые секвойи с Прометея. По утрам на вмятины корпуса заползали греться черепахи, в полдень они прятались от солнца под шупальцами мезоплана.

Дважды я приходил сюда по ночам — с подводным ружьем. Я надеялся подкараулить злого великана, мне казалось, он явится за своей добычей. Великан не пришел, и постепенно я забыл о ночном шторме.

На Гродосе был наш дом. Мы часто уезжали — в города, в тайгу, в джунгли, на подводные станции. Мы изездили всю планету и много раз были в космосе, но всегда возвращались на Гродос — к Сизой горе, к Заливу Черепах, к нашему лесу и нашему морю. И ничто не менялось на острове. Только в учебном корпусе появлялись новые тренажеры и перестраивались лаборатории.

Программа Уно Хедлунда была рассчитана на пятнадцать лет. За четыре года до окончания курса мы отправились на практику в космос, на станцию Юпитер-Корона Б. И вот тогда мы вернулись на Гродос втроем, потому что Рой Дэвис решил стать ю-пилотом и остался на Короне.

### 3

— Провинция, Ил, у нас тут глухая и серая провинция. Кто мог подумать, что ты явишься в ранге генорга... До сих пор нас посещали самые заурядные комиссии. Что они могли нам сделать?.. А с твоими полномочиями можно свободно закрыть нашу лавочку. Или преобразовать ее в студию хорового пения. Слушай, Ил, хочешь мы устроим в твою честь торжественный парад? Или факельное шествие *по* внешней террасе...

Рой и в самом деле способен организовать что-нибудь в этом роде. Это в нем с детства, он все любил обращать в игру: задачи по физике, дифференциальное исчисление, схемы экологии, грамматические правила... Я осведомляюсь, какова протяженность внешней террасы. «Всего-навсего? Нет, никаких торжеств. На такой террасе не развернешься». Рой выразительно вздыхает, но это не значит, что опасность факельного шествия миновала. Так он вздыхал, когда назревала история с ройсами. Ему было тогда двенадцать лет, он сразу прославился. Это тоже была игра — Рою захотелось поиграть с Сизой горой. Он снял с моторки турбокомпрессор, перемонтировал его, запихал в ранец, а выхлоп подвел к лыжам. Получились лыжи на газовой подушке — адская штука даже по замыслу. И Уно Хедлунд сразу насторожился: мало ли что Рой выкинет с такой игрушкой. Но Рой откладывал испытания. Он вздыхал и хныкал: «Ничего, мол, не получается, мотор слишком тяжел и слаб, все надо менять...» Мы перестали обращать внимание на возню в мастерской, а именно



этого Рой и добивался. Он хотел показать эту штуку во всем блеске. Никто и не заметил, как он утащил ройсы на вершину Сизой горы. Однажды вечером мы услышали грохот, выскочили на террасу и увидели на склоне горы маленькую согнувшуюся фигурку и за ней огромный шлейф пыли. Это было похоже на слалом, снятый в ускоренном темпе. Из-под лыж били дым и пламя, потому что Рой для облегчения веса выбросил блок корректировки. Турбина захлебывалась от форсажа и дико ревели. Впоследствии, на испытательном полигоне в Сахаре, я услышал термин, который в сильно смягченном виде можно перевести как «ошпаренный тигр». На жаргоне испытателей это означало капризную, дикую машину, которую испытывают впервые и от которой можно ожидать любой пакости. Нынешние ройсы имеют автоматическую регулировку, амортизацию, реверс. Езде на ройсах обучают, для гонок отводят специально проверенные трассы. У Роя был ошпаренный тигр. Шалый тигр, мчавшийся вниз по крутому склону. Рой перескакивал трещины, лавировал между валунами и кустарниками. У подножия горы он пролетел над высоким сараем, выскочил на берег, перепрыгнул через лежавшую у воды лодку и помчался по морю, поднимая за собой стену брызг и пара. Внезапно эта стена опала, Рой пронесся по инерции еще метров пятьдесят — и исчез среди волн. К берегу он добирался вплавь. Уно не ругал Роя, он только спросил насмешливо: «Ты что, не мог сделать приличного управления?» — и потом полдня лазал по горе, что-то измеряя и подсчитывая. Позже, когда Рой остался на Короне, Уно сказал мне: «Я опасался этого с тех пор, как Рой съехал с Сизой горы. Знаешь, Илья, у него исключительно быстрая реакция, втрое выше нормы. Он будет прекрасным пилотом...» Реакция у Роя была потрясающая, я с ним не раз дрался и знаю. Именно поэтому — вопреки всем правилам — Роя оставили на станции Корона Б, а потом послали на Ганимед, в училище. Можно сказать, хороший случай профотбора. Стопроцентное соответствие специальности. Но мне кажется, что Рой, став ю-пилотом, просто нашел подходящую игру — опасную, трудную, все время меняющуюся.

4

— Само собой разумеется, — сказал Рой, — для генерального организатора приготовлена роскошная резиденция.

Он посмотрел на меня, рассмеялся и махнул рукой:

— Ладно, Ил... Будешь жить у меня.

Жилая зона на Короне непривычно тесна. Узкие коридоры и через каждые тридцать — сорок метров аварийные отсеки. Маленькие лифты, маленькие холлы, маленькие комнаты. Ничего похожего на громадные экосферы — космические станции открытого простран-

ства. На Меркурии-4 из конца в конец полчаса езды на спидвее, это километров шестьсот. Алиса, пожалуй, ещё больше, на ней десятка два озер, горы, леса. В Диске сколько угодно вещества и энергии, размеры станции ограничены только устойчивостью защитных полей, а в открытом пространстве совсем нетрудно обеспечить устойчивость. Крохотная Корона Д опускается в плотную аммиачную атмосферу Юпитера, защитным полям приходится сдерживать колоссальное внешнее давление. Лаборатория «-50», дрейфующая под земной корой, пожалуй, меньше Короны. Но там полный экологический ансамбль: стены закрыты растениями, вместо потолка видишь небо, по коридорам бегают мангусты и белки. На Короне иначе: узкие бронированные переходы, геометрия прямых линий и прямых углов, холодные и ровные краски — синяя, голубая, светло-зеленая... Корона похожа на боевую машину.

В сущности, Корону нельзя считать космической станцией. Это промежуточная база для полетов в глубь Юпитера. Сюда поступает информация с маяков и разведывательных зондов, отсюда стартуют корабли с гравитационными торпедами. Корона добывает вещество для Диска. Планетологи составляют задание на выброс, грависты снаряжают гравитационные торпеды, ю-пилоты доставляют торпеды в пусковую зону. И тогда происходит выброс: чудовищная сила гравитационного взрыва вспучивает волну раскаленной плазмы, тянет вверх кипящий огненный столб, магнитные каналы выводят лавину материи в открытое пространство, а Корона, прикрытая до отказа напряженными силовыми полями, переживает зип — сверхураган, который начинается в атмосфере Юпитера после выброса.

У Роя две небольшие комнаты и еще одна, дверь в которую плотно закрыта. На двери самодельный плакатик: череп, скрещенные кости и надпись: «Смертельно! И даже более того». Череп загадочно ухмылялся. «Очередная тайна?» — спрашиваю я мимоходом. «Очередная страшная тайна», — уточняет Рой.

Я примерно представляю, в чем она состоит, эта очередная страшная тайна.

Года три назад на Короне работала группа оптиков. Корабли тогда только-только пробивались к поверхности Юпитера, маяков не было, ориентироваться приходилось визуально. А какая может быть визуальная ориентировка, если внешний вид поверхности меняется в зависимости от температуры, давления, интенсивности излучения и множества других причин. На любом экране — инфра, видео, сканинге — мечутся беспорядочные пятна света, возникают и исчезают тени. Попробуй разглядеть за этим истинный рельеф, который, кстати сказать, тоже меняется, хотя и медленнее... Оптиki пытались создать аппаратуру, отсеивающую помехи. Возились они довольно долго, за это время удалось поставить маяки, и работа потеряла смысл. Оптиki улетели, а Рой взялся за решение обратной

задачи — как получить меняющееся изображение неменяющегося предмета. Рой обожает такие задачи, бесполезно спрашивать его — зачем нужно видеть неменяющийся предмет меняющимся...

Четверки распадаются, вместо универсалов получаются специалисты, но все-таки их тянет к работе за пределами своей специальности. И это не просто хобби: выбирают трудные проблемы и работу ведут серьезно. Уно называет это релаксацией.

Рой, как и все бывшие ученики Уно, регулярно посылал отчеты, в одном из них я обнаружил упоминание о первых экспериментах. А потом Рой стал темнить, в отчетах появились общие фразы, я понял, что дело у него идет на лад и надо ждать очередного сюрприза...

— Здесь и будешь жить,— говорит Рой.— Типовая келья ю-пилота первой половины двадцать второго века. Без излишеств.

На Гродосе Рой вечно ташил к себе всякую всячину. Чего стоила одна только коллекция старых морских якорей... Рой подвешивал якоря к потолку, он считал, что так они лучше смотрятся. Еще бы! Попробуйте пройти по такой комнате, не глядя на якоря... А здесь пусто. Стандартная автоматика, стеллажи с книгами, стол, два кресла. И рисунок на стене. Черно-белый рисунок на большом, в полстены, листе бумаги. Грузные глыбы оплавленного базальта, поток лавы, дым, пепел, отблески огня на тяжелых, низких тучах. Это, конечно, Арахна, новая планета. Там по проекту Синдзи формируют рельеф. Там работает Ирма, она вулканолог в группе Южного материка. Современный конфликт: для Роя единственно возможное место — здесь, у Юпитера, а для Ирмы настоящая работа — только там, на Арахне. Ничего нельзя изменить: на Короне не нужны вулканологи, а ю-пилоту нечего делать на Арахне. По статистике такие конфликты кончаются благополучно в одном случае из четырех.

Рой ставит на стол бокалы, достает из стенного шкафа бутылку тинга. Значит, сегодня Рой не летает. Режим тут жесткий: кофе и тинг только в нелетные дни. О вине и думать не приходится.

Двенадцать лет назад, когда Рой остался на Короне Б, наша четверка быстро распалась. Через полгода ушел Синдзи: его планетные пейзажи получили премию на конкурсе, надо было организовать детальную проработку рельефа, это стало специальностью Синдзи. Потом ушла Лина. Уно заметил, что ее тянет на биостанцию «Солнце-шесть». Там работал Дин Светлов, он только начинал свои знаменитые опыты, и Уно помог Лине устроиться туда лаборанткой. «Ну, а ты? — спросил меня Уно,— ты ведь тоже выбрал специальность, признавайся...». Он смеялся, но глаза у него были грустные. Мы сидели на берегу возле старого мезоплана, а вокруг нас возились черепахи. Я следил за маленькой желтой черепашкой: она уже давно пыталась подняться на купол, но ничего у нее не получалось. Она была слишком мала, чтобы перебраться через кромку купола.

«Странный ты парень,— сказал Уно.— С тобой у меня больше хлопот, чем с другими. Прогнозируемость твоего поведения вдвое ниже нормы. Когда-то это называли загадочной славянской душой. Не представляю, что ты мог выбрать...» Я ответил: «Хочу делать то, что делает Уно. Наверное, в программе нашей подготовки была ошибка, поэтому четверка распалась. Надо найти ошибку, перестроить программу и взять другую четверку». «А если распадется и другая четверка?» — спросил Уно. Меня удивил этот вопрос. «Подумаешь, возьмем третью,— легко ответил я,— третью, четвертую, пятую и так далее». Уно усмехнулся: «И так далее...»

Я все-таки стал специалистом по подготовке универсалов. В Сводном каталоге эта специальность включена в раздел «Экспериментальные профессии» и отнесена к двадцатой категории по классификации Крёнига — с самым низким коэффициентом вероятности (количество специалистов на 1 января 2132 года — 2 человека). В комментариях (Дополнительный том каталога, глава 12, раздел 7) объяснено, что сама идея универсализации издавна привлекала внимание многих мыслителей, но практически невозможно подготовить универсала, способного владеть известными специальностями хотя бы на уровне третьего класса. Приведена статистика: на столько-то процентов ежегодно увеличивается число специальностей, на столько-то процентов в среднем увеличивается время на обучение, на столько-то процентов выросли за десять лет требования к третьему классу различных профессий... Впрочем, тут же изложена теория Уно Хедлунда — комментарии Сводного каталога всегда объективны.

Вот так. Специалист по подготовке универсалов. В самом этом словосочетании есть явное противоречие. И скрытая ирония: пока мы не подготовили ни одного универсала. За два-три года до окончания программы нарушается управление, ребят начинает интересовать что-то одно, у них появляются особые друзья в какой-нибудь лаборатории, возникает и крепнет интерес к одному виду деятельности... После первой четверки были еще две, которые вел Уно. Третью четверку мы вели вместе. Мы многому научились, но эта четверка тоже не дотянула до финиша. Теперь у меня новая четверка, и критический период совсем близко.

Все это Рой прекрасно знает, в прошлом году он был на Гродосе. Жаль, что мы тогда не встретились. А три года назад мы разминулись на Арахне: Рой улетел оттуда за два часа до моего прибытия. За пять лет нам ни разу не удалось поговорить хотя бы по видеосвязи. Корона месяцами дрейфовала в нижней атмосфере Юпитера, и даже на Ганимеди не знали, где она и что с ней. Название станции давно стало анахронизмом: старая Корона, первая станция этой серии, действительно летала только в короне Юпитера — опасно

было опускать станцию ниже. Нынешняя Корона спокойно ныряет под слой бата-блоков, на такой глубине и думать не приходится о связи.

Так вот и складывалось: Рой был на Короне, а когда он оттуда выбирался, я оказывался в лесах Прометея, на глубинных станциях Венеры или в какой-нибудь экосфере, затерянной в свободном пространстве.

— За Гродос,— Рой налил в бокалы зеленоватый тинг.— За нашего Уно.

## 5

Пять лет прошло, а что я могу рассказать Рою?

Уно Хедлунд вывел свою последнюю четверку в среднем на уровень шестого класса. У группы, которую мы вели вдвоем, показатель был чуть лучше — пять и девять десятых. Новая четверка поднимается еще на две десятых. Может быть, даже на три. Ну и что? Я просто повторяю то, что сделал Уно, и не могу продвинуться дальше. Нужно что-то принципиально новое. Нужна какая-то новая идея.

Пока идеи нет. Пока ничего не получается. Спасительное слово — «пока». Оно подразумевает, что в дальнейшем обязательно получится.

Что ж, когда-нибудь получится, в этом я не сомневаюсь. Через сколько-то там лет у кого-то другого получится. Он поймет, дотянется, осилит... Почему он, а не я? Когда-то пытались строить первые самолеты и ничего не получалось: не было подходящих двигателей, надо было ждать, пока они появятся. Это хоть не так обидно. А чего не хватает мне? Все есть, все условия для решения задачи имеются, я в этом убежден. Не хватает только одного — умения. Ума не хватает, той степени ума, той концентрации таланта, которая нужна для решения задачи.

Рой слушал и посмеивался:

— Если ты пришел к такому выводу, еще не все потеряно.

Потеряно, конечно, не все. Просто прошло пять лет. Мне было двадцать три, теперь двадцать восемь. Пять лет, в течение которых, если верить формулам науковедения, вероятность появления оригинальных идей максимальна. В следующие пять лет эта вероятность уменьшится на девять процентов. Только и всего.

— А как у тебя, Рой?

Вопрос, конечно, лишний. С Роем всегда все в порядке. Рой Дэвис — самый лучший пилот, самый знаменитый пилот. Он пилот века — никак не меньше. Шестьдесят процентов мальчишек от четырех до семи лет мечтают о том, чтобы стать такими, как Рой, играют в Роя, подражают Рою. О Рое написаны три сносных романа и мно-

жество рассказов. Геррит Верспуи прославился, сыграв Роя в фильме «Здесь, у Юпитера». Репортажи по космотексту, очерки в журналах и газетах, кристалл с записью — «Рой Дэвис поет забытые космические песни». Рой поет, аккомпанируя себе на гитаре, прерывает пение и говорит о старых космонавтах, снова поет, иногда поясняя технические термины. Это и в самом деле здорово, отличный кристалл.

— Хочешь, раскрою тайну? — спросил Рой.

Ему очень хотелось раскрыть тайну, я это видел и великодушно согласился:

— Ладно, раскрывай. Люблю страшные тайны.

Он вынул из кармана очки и протянул их мне. «Что ж, — подумал я, — все идет в соответствии с теорией. Уно приятно будет узнать о релаксации Роя».

— Взгляни, — небрежно предложил Рой.

Ничего особенного. Обычная оправка из металлопласта, обычные светло-фиолетовые стекла. Может быть, чуть более светлые, чем нужно для защитных очков.

Рой нетерпеливо произнес:

— Ну!

Я надел очки — и комната сразу преобразилась.

В первое мгновение я даже не сообразил, что собственно произошло. Мне показалось, что все вокруг начало двигаться: качнулись стены, зашатался стол, поплыл куда-то отделившийся от стены рисунок... Нет, все было на месте, изменилась только окраска предметов. Точнее, не изменилась, а непрерывно менялась, причем у каждого предмета окраска менялась независимо, по каким-то своим законам. Белая стена превратилась в розовую, а потом в оранжевую, светло-коричневое кресло, стоящее у стены, неожиданно окрасилось в синий цвет, и я не успел присмотреться, как из синего оно стало изумрудным. Потом оба цвета, оранжевый и изумрудный, словно по команде погасли, стена теперь была светло-желтой, а кресло — черным. Возник острый звук — как писк комара, только сильнее. С потолка полыхнуло алым светом, и все предметы в комнате — книги на стеллажах, стол, панели автоматики и даже сама комната, стены, двери, пол — все окружающее загорелось ослепительно яркими красками, слилось в пеструю мозаику и бешено закружилось. Писк комара превратился в нестерпимо сильный свист...

Я сорвал очки.

— Как впечатление? — спросил Рой. Он просто изнывал от нетерпения.

— Смертельное. И даже более того. Голова кружится, свист какой-то...

— Привыкнешь, голова не будет кружиться. Света здесь много-

вато, поэтому пестрота и свист. А так — роскошная штука, если, конечно, хорошенько настроить. Не хуже калейдоскопа.

— Пленки Шилдса?

— Они. Но испорченные, сверхнестабильные. Я три года искал, как уменьшить их стабильность. Теперь цвет плывет даже от теплового движения молекул. Просто и гениально. После Шилдса два поколения оптиков боролись с нестабильностью полихромных пленок, Рой пошел в обратном направлении — и получил занятную игрушку. Она наверняка станет популярной. Если бы Рой придумал очки без стекол, это тоже вошло бы в моду.

...Полгода назад он появился на экране космотекса в синем тренировочном костюме, просто не успел переодеться. В тот же вечер стихийно возникла новая мода. Сначала мальчишки, потом Геррит Верспуи, потом студенты — и тогда уже все. Даже дипломаты на официальных приемах. Был изрядный переполох в фэшнстудиях на всех планетах: впервые за полвека полетел к чертям прогноз смены мод, составленный художниками, психологами, врачами, модельерами, социологами.

Фэшнстудии, впрочем, быстро сориентировались и создали стиль «пилот». Учение о стилях возникло лет за десять до этого, оно со всей очевидностью вытекало из возможности в каких-то пределах управлять формированием внешности человека. Пределы эти до сих пор довольно ограничены: на генетическом уровне удается задавать рост, тип сложения, некоторые лицевые параметры, цвет волос. Генетика плюс биохимическое воздействие в первые месяцы жизни. Были опасения, что создание стилей приведет к обеднению человеческой красоты, хотя институт Ежи Полачека математически доказал, что обеднение вызывается как раз стихийным смешением стилей в некий средний облик. Збарский и Делезаль дали программы первой серии стилей. Теоретически все обстояло прекрасно, но на практике дело не двигалось, нужен был какой-то толчок. Тут и сработала популярность Роя. Пражская фэшнстудия предложила стиль «пилот»: рост чуть выше среднего, худошав (ноль-девять нормы), активизированная нервная система (отсюда — подвижность, быстрота реакции, холерический темперамент), глаза светлые (голубые, светло-серые, серые), волосы мягкие, темно-коричневые (тридцать тонов на выбор)...

Рой надел очки и внимательно оглядел меня.

— Зеленый, — с удовлетворением констатировал он. — Чистый такой огуречный цвет. Между прочим, тебе это идет. Зеленая физиономия, красные глаза, ярко-желтые волосы. Скромно и элегантно... А теперь ты бирюзовый. Впечатляющее зрелище: бирюзовый генеральный организатор в мерцающем желтом ореоле...

Бери на память. В трудные минуты будешь разглядывать себя в зеркале.

Странно, конечно, что у меня полномочия генерального организатора. Я планировал практику без особой уверенности, экспериментаторы по два-три года ждут своей очереди, чтобы попасть на Корону. Но мне тотчас ответили согласием и — это было совсем уже неожиданно — прислали на три месяца права генерального организатора. Три месяца я могу распоряжаться на Короне так, словно станция специально создана для моих экспериментов.

Встретились мы хорошо, Рой искренне рад встрече, я это чувствую. Но мы еще не говорили о цели моего прилета. Мои полномочия ровным счетом ничего не стоят, потому что я не могу приказывать Рою, это было бы просто смешно. Глупое положение. Срок полномочий — три месяца, но именно эти три месяца шеф-пилот Рой Дэвис замещает главного организатора базы Корона Д.

— Для полного счастья, — сказал Рой, — тебе не хватает только одного. Ты должен посмотреть Юпитер.

Для полного счастья мне не хватало многого. Но я не стал возражать.

## 6

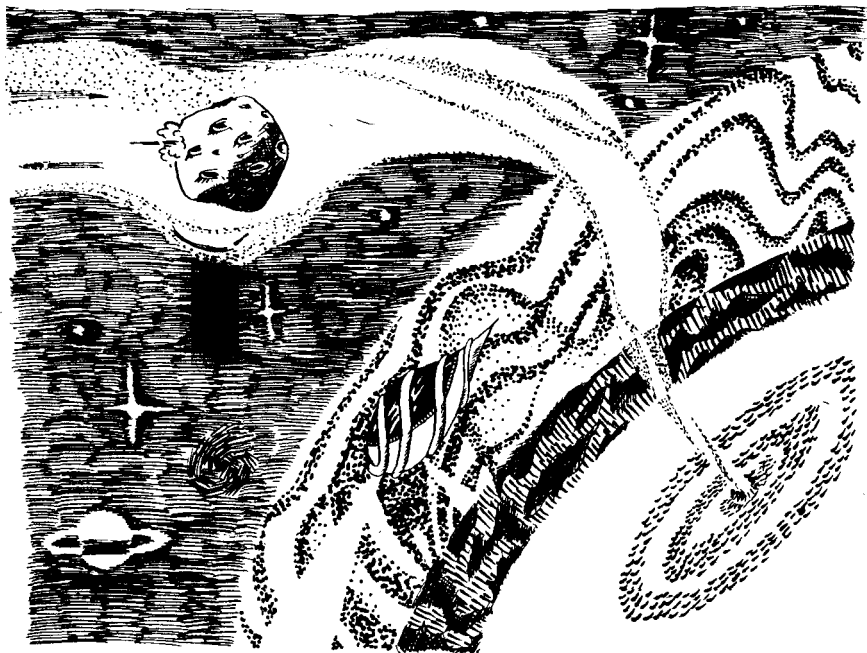
Лифт поднял нас на внешнюю террасу. Это был обычный бронированный коридор, может, чуть более широкий, со сплошными, без иллюминаторов, стенами. Пройдя метров сто по террасе, мы очутились у трапа, ведущего к наблюдательной площадке — крохотной полусфере из прозрачного модекса. По крутому и узкому трапу взобрались на площадку, и я впервые увидел поверхность Юпитера.

Впечатление было такое, словно я заглянул в глубокий-глубокий колодец. Внизу, на непомерной глубине, светилось желтое огненное дно. Ржавые отблески огня отражались на нижней части стенок колодца, тянулись по стенкам вверх и бессильно таяли в темноте. Временами свет быстро тускнел, дно колодца сжималось, стремительно проваливаясь в бездну. Казалось, сейчас наступит полный мрак, но вспыхивали багровые пятна, огненный круг поднимался, увеличивался, накалялся до белизны, высвечивая багровые стены колодца.

Конечно, вся поверхность была такой же светлой, как дно колодца, и даже еще светлее, еще ярче. Плотная атмосфера поглощала и преломляла идущий снизу свет, создавая иллюзию гигантского колодца.

Никаких деталей на поверхности я не видел, да и не мог увидеть. Внизу был водород, океан жидкого водорода, спрессованный давлением в двести тысяч атмосфер. И только по нервному ритму, подчиняясь которому пульсировал свет, можно было представить, какие силы действуют там, в этом раскаленном океане, где малей-





шие перепады температуры и давления вызывают мгновенные перемещения огромных масс материи.

А сверху было такое же странное небо — опрокинутый вверх узкий колодец с непроницаемо черными стенками и маленьким, очень далеким голубым дном. На дне небесного колодца вспыхивали и гасли бесчисленные искры, там была нижняя поверхность насыщенного молниями облачного бета-слоя.

Это небо я видел двенадцать лет назад, но тогда бета-облака находились внизу, под нами. Станция плавала в короне Юпитера, и корабли лишь на короткое время отваживались спускаться вниз, к бета-слою. Не было ю-пилота, который не мечтал бы пробить бету, пройти семьсот километров сквозь молнии, ливнепады и вихревые восходящие потоки. Мне эти облака представлялись тогда взбесившейся машиной, ни на секунду не прекращавшей своей бессмысленной лихорадочной работы: миллионами ниагар падала в них вода, летела сотни километров, дробилась, превращалась в пыль, в пар и снова рвалась вверх бешено крутящимися потоками, электризуя встречные струи воды и вызывая искровые разряды, пронизывающие каждый кубический сантиметр облаков... Четыре года назад Рой впервые прошел сквозь бета-слой, потом это стало обыденным делом, и вот сейчас Корона Д спокойно идет под бета-

облаками. А бой с Юпитером продолжается. Внизу, на дне колодца, лежит слой раскаленного жидкого водорода, десять тысяч километров, под которыми тот же водород, только твердый, металлический. Проще простого нырнуть в этот океан, но вот вынырнуть из его глубин удастся далеко не всегда...

— Смогут твои ребята здесь поработать? — неожиданно спросил Рой.

Он, конечно, догадывался, зачем я прилетел на станцию. Не было смысла играть в прятки.

— Смогут,— ответил я, хотя особой уверенности у меня не было.— Потренируются и смогут.

— Светлая мысль,— усмехнулся Рой.— Вот только тренажеров у нас нет. Тут ни один тренажер не выдерживает.

— Надо летать, это и будет тренировкой.

Глупая получилась карусель, я это понимал: чтобы начать летать, нужно тренироваться, а чтобы тренироваться, нужно начать летать...

— У Юны,— сказал я,— второй класс по анализу полей, в Диске и в свободном пространстве. У остальных ребят третий.

Довод сомнительный, но другого у меня не было.

— Так то в Диске и в СП,— возразил Рой.— Когда я начинал, у меня тоже был второй класс. По пилотированию в Диске и в СП. Здесь это считается примерно седьмым классом, здесь иные условия.

— Тебе было шестнадцать,— ответил я.— А Юна получила второй класс в тринадцать лет. Годика через два она будет летать лучше тебя.

— Нахал ты, Илья. Лучше меня летать невозможно. Где она училась?

— У Хинне Зийлстра.

Это произвело впечатление: Зийлстра был когда-то первым инструктором Роя.

— Хм... А где она сейчас?

— В агентстве Лепажя.

Рой присвистнул.

— Зачем? Что она там делает?

— Не знаю. В прошлом году занималась в учебном центре. А два месяца назад позвонил Латавец и попросил, чтобы Юна поработала у них.

— И ты согласился?

— Да.

— Рискованно.

— Еще бы... Но отказать я не мог: агентство Лепажя всегда нам помогало, у меня не было никаких оснований для отказа.

— Латавец что-то затевает, это точно,— задумчиво сказал

Рой.— Он присылал сюда своих энергетиков, они изучали у нас технику свернутых полей. Как ты думаешь, зачем агентству Лепажана понадобились свернутые поля?

«А черт его знает,— подумал я,— разве можно угадать, что они там задумали... Предмет, помещенный в свернутое силовое поле, становится невидимым, лучи его обтекают. Чтобы свернуть поле, нужно колоссальное количество энергии, поэтому закрытые конструкции создают иначе — из отдельных плоских полей. Конечно, при этом нельзя получить невидимость, но кому она нужна? Свернутые поля используют, если нет никаких других средств защиты от излучения: при запуске солнечных зондов, при глубинной разведке Юпитера».

— Знаешь, Ил, у меня сложилось впечатление, что они собираются упрятать в свернутое поле корабельную капсулу. Прямо они ничего не говорили, но я почувствовал, куда они гнут...

— Спрятать капсулу невозможно. Максимальный диаметр свернутого поля полтора-два метра.

— И все-таки их интересовала навигация в свернутых полях. Факт.

Мы помолчали, потом Рой сказал:

— Видишь, внизу, у самого центра, проступает зернистая структура. Не очень ясно, но все-таки проступает. Верная примета, что зип скоро пойдет на убыль. А внизу, в океане, еще беспокойно. Значит, выброс невозможен, и месяца два будут только тренировочные полеты. Тащи своих ребят.

Я пытался разглядеть зерна на дне колодца и не видел их. Но чем дальше я всматривался, тем сильнее ощущалась глубина: я почти физически чувствовал то огромное напряжение, с которым свет пробивался сюда, наверх. В сущности, я видел не поверхность Юпитера, а только атмосферу — сжатый и раскаленный водяной пар. Слова «земля» и «небо» вообще теряли здесь определенность. Где «земля» этой планеты? На поверхности водородного океана? Под океаном, на дне? Или еще глубже, под слоем металлического водорода? А «небо»? Что здесь считать небом? Над бета-слоем мощная аммиачная атмосфера, над ней лежит еще один слой облаков, аммиачные альфа-облака, а под альфа-облаками простирается атмосфера из метана, водорода, гелия, постепенно переходящая в корону Юпитера, и только там, за короной, небо, настоящее звездное небо...

«Трудно здесь будет летать,— подумал я.— Очень трудно».

Рой помог разработать программу практики, поэтому я вылетел за ребятами раньше, чем предполагал. На Ганимеде, в Северном порту, я отыскал координатора Ласло Тардаша, передал ему записку от Роя и через два часа оказался на борту грузохода, идущего порожняком на Землю. В зоне Юпитера записка Роя действовала надежнее моих временных полномочий генорга.

Я сидел у иллюминатора, ожидая, когда уберут защитные шторы, и смотрел, как работают пилоты. Это были уже немолодые люди, одного из них, ДС-оператора, я хорошо помнил по снимкам в учебнике истории: он прославился при спасении трансплутоновой экспедиции. Вероятно, в то время он и его товарищи были пилотами очень высокого класса. Да и теперь они, конечно, имели, по крайней мере, второй класс. На Короне мне показали ленты, снятые при полетах с гравитационными торпедами, и сейчас я невольно сравнивал технику ю-пилотов с работой экипажа грузохода.

Грузоход летал сквозным рейсом — сначала в свободном пространстве, потом по скоростной трассе в Диске и снова в свободном пространстве. Старт с Ганимеда прошел блестяще, я не сразу уловил разницу в стиле пилотирования. А она была, эта разница, потом я ее подметил. Экипаж грузохода прекрасно работал на старом оборудовании, хорошо справлялся с аппаратурой, появившейся лет пять назад, и почти не использовал несколько приборов, созданных в самое последнее время. ДС-оператор держал новехонький двадцатиканальный блок анализатора активности в режиме отброса свободных радикалов. Я бы на его месте тоже постарался избавиться от свободных радикалов в веществе, идущем на постройку отсеков. Во всех учебниках написано, что свободные радикалы снижают устойчивость конструкций. Наставления по ДС-операциям точно регламентируют допустимое содержание свободных радикалов. Но на Короне ю-пилоты специально накапливали свободные радикалы во внешних стенках корабля, прямо в стенках вели головокружильные химические реакции — и стенки оживали, приобретая способность к самовосстановлению... А тут ДС-оператор, как положено, отбрасывал радикалы, стенки получались словно литые. Конечно, в них постепенно возникали местные напряжения, и стереотехник, как положено, время от времени вносил поправки, используя обычный корректор. Корабль шел как по ниточке, игра с радикалами была вроде бы и ни к чему... Но из обычных методов корректировки давно выжато все возможное, а химия стенок, химия свободных радикалов в стенках — нечто совершенно новое. Быть может, путь к саморегулирующимся кораблям. Завтра появятся

приборы, специально рассчитанные на какие-то тонкие эффекты при реакциях со свободными радикалами. Что будут делать с этими приборами пилоты, которые сегодня просто отбрасывают радикалы?.. Кого-то переведут на менее сложные рейсы, кто-то пойдет переучиваться, кое-кто вообще уйдет из летного состава. Прогресс безжалостен. Отстанешь на шаг и это необратимо: разрыв будет все время увеличиваться. Чуть раньше или чуть позже, но обязательно отстанешь... И уже не будет настоящей жизни. Первое дело — как первая любовь: навсегда остается тоска по тому, что ты когда-то мог делать, а теперь только видишь со стороны.

Я вспомнил, какие глаза были у Ласло Тардоша, координатора Северного порта, когда он расспрашивал меня о Короне. Раньше Тардош был ю-пилотом...

Может быть, я тоже понемногу отстаю? Уно недавно упрекал меня в пренебрежении к новой технике обучения. И ведь факт: гипнопрессинг, биохимическое воздействие, ритмопедия, словом, все то, что в нашем деле эквивалентно новым приборам на корабле, не вызывает у меня особого энтузиазма. Когда я не захотел применять романы-учебники, у нас с Уно произошел крепкий спор. В общем, эти романы-учебники неплохая штука. Среди них попадаются отличные вещи. Ребята взалхлеб читали серию, в которой космические пришельцы вступают в контакт с жителями Древнего Вавилона и пытаются научить их основам ДС-операций. Особенно удачна третья часть серии — строительство вавилонской башни. По замыслу пришельцев башня должна была стать чем-то вроде учебного полигона: собрали, разобрали, снова собрали, снова разобрали... А для вавилонян первое же «разобрали» оказалось сильнейшим потрясением: они жили в мире постоянных сооружений, камень был символом тысячелетий. И хотя пришельцы тут же восстановили башню, никто уже не верил, что это настоящая башня и настоящий камень...

Уно, как всегда, был прав: нет смысла отказываться от романов-учебников. Но меня не покидает ощущение, что все это там, где-то на обочине. Третьестепенные детали. Причина наших неудач намного серьезнее. Мы допустили какую-то принципиальную ошибку. Если бы знать, в чем она, эта ошибка. Я все время думаю о постулатах Уно, ворошу в памяти программы, факты, наблюдения, пытаюсь найти хоть малейшую зацепку — и ничего не нахожу. Ровным счетом ничего.

Стереотехник убрал шторы всех иллюминаторов и выключил свет в кабине. Над нами возник купол небосвода — черный и пустой по сравнению с гигантским скоплением огней лежащего внизу Диска. Мы шли над зоной синтеза тяжелых элементов. Мощные транспортные течения несли сюда из глубин Диска водород, подерживая накал в бесчисленных сгустках плазмы.

Казалось, здесь собраны все звезды Вселенной. В центре зоны мириады ослепительно ярких огней сливались в сплошной огненный шар, от которого тянулись закрученные спиралью муаровые потоки — оранжевые, желтые, желто-зеленые. Огненные потоки сталкивались, сплетались, смешивались, образуя уходящие вдаль добела раскаленные звездные реки.

Лет пятнадцать назад я проходил практику примерно в такой же зоне. С бригадой наладчиков я носился из одного конца зоны в другой, стараясь предотвратить взрывы плохо отрегулированных плазмосфер. Это не всегда удавалось. Переждав взрыв, мы собирали рассеянное в пространстве вещество, снова зажигали плазму и терпеливо налаживали режим. За два месяца я ни разу не спал больше трех часов подряд, но зато получил второй класс по наладке плазмосфер и был назначен бригадиром. Зона к этому времени превратилась в сущий ад, взрывы учащались с каждым днем, и моя бригада, два десятка здоровых парней, отчаянно металась по аварийным каналам с участка на участок... В конце концов эта героическая суматоха перестала мне нравиться. Я забрался в дальний защитный отсек, хорошенько выпался, а потом, обдумав все на свежую голову, пришел к выводу, что кто-то специально нарушает регулировку. Я стал закрывать автоматы своим личным кодом, и через неделю во всей зоне царили тишина и порядок.

Позже я узнал, что это принцип форсажа — один из основных в системе Уно Хедлунда: ускоренное обучение должно идти в условиях постоянной аварийной обстановки. Оппоненты Уно высказывали всевозможные опасения, была назначена проверка, и половина моей бригады состояла из наблюдавших за мной психологов и врачей... Все кончилось благополучно, Уно оставили в покое.

Грузоход прошел зону синтеза, но ее огни еще долго отражались на плоскостях корабельных антенн. Постепенно глаза привыкли к темноте, и небо наполнилось звездами.

Я могу часами смотреть на небо и на море. Вот только часов этих становится все меньше и меньше. Чем лучше я подготавливаю ребят, тем труднее ими руководить. Они безжалостны ко мне, как когда-то наша четверка была безжалостна к Уно. Учитель должен все знать, учитель должен все уметь, учитель всегда должен быть впереди. Иначе какой он учитель?

Ребята пройдут практику на Короне и научатся летать лучше меня. Они и сейчас летают лучше меня, но еще не замечают этого, не понимают. К концу практики поймут. Рой не вернулся на Гродос как раз потому, что Уно Хедлунд не мог научить его летать так, как летали ю-пилоты. Там, в зоне синтеза, я поступил правильно: отключился от суеты, спокойно подумал и нашел решение. Сейчас труднее отключиться, у меня ворох неотложных вопросов. Как, например, научиться летать лучше, чем летают ю-пилоты?..

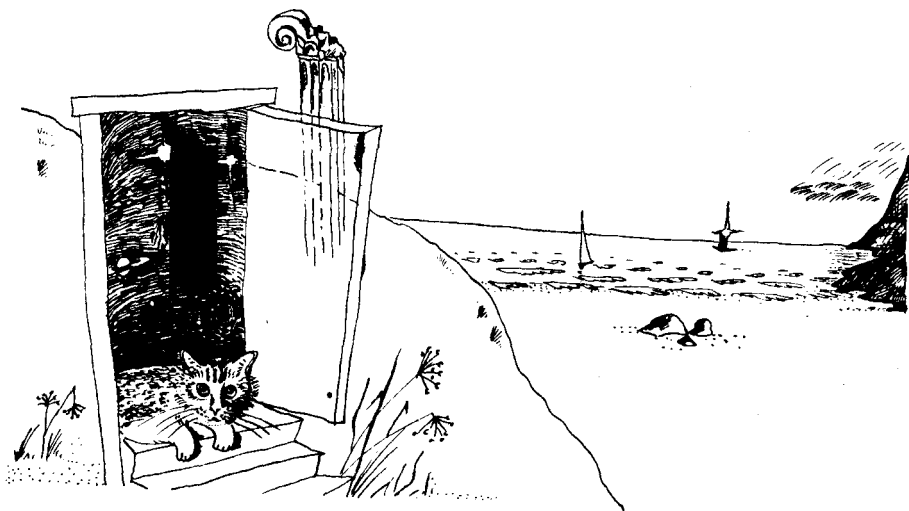
Катер сбавил скорость и аккуратно прижался к пирсу. На деревянных досках, выщербленных солнцем и солью, лежали мокрые желтые листья — на Гродосе была осень. Я соскочил на пирс, и катер сразу заурчал. Я смотрел, как он отходит, четко разворачивается и набирает скорость. Раньше на этих катерах не было автоматики. Три месяца назад, когда я уезжал с Гродоса, катер вел рыжий мальчишка из интерната в Польдии.

Берег был пуст. Сюда, на полузаброшенный пирс у восточного обрывистого склона Сизой горы, редко кто приходил. Некому было сюда приходиться: в прошлом году на Гродосе жили двадцать человек, теперь осталось двенадцать, да и те не всегда бывают на острове. Когда-то на этот берег приезжали школьники и студенты из Польдии, жгли костры, пели песни. В море, теперь таком пустынным, постоянно сновали лодки, яхты, катера...

Пустынно становится на Земле. Производство почти полностью перешло в космос, там же размещены основные научные и учебные центры. Каждый год в Диске возникают сотни новых экосфер. В жилых экосферах все, как на Земле — леса, степи, горы, моря, реки, озера — и все это спроектировано лучшими экологами, архитекторами, художниками, психологами. В экосферах есть и такое, чего на Земле никогда не встретишь. Причудливая смена времен года, искусно устроенные оптические эффекты в атмосфере, немыслимые в земных условиях пейзажи, растения и животные. На Алисе три весны — и все разные, на Росинке жаркое снежное лето — как в горах — и две удивительно поэтические осени. На Зарине по янтарному небу плывут мерцающие пурпурные облака. Страна водопадов на Лазури, поющие леса на Ньюте, ласковые пушистые рыбки в кочующих озерах Релии...

Тропинка, по которой я поднимался к дому, густо заросла травой, теперь уже желтой и коричневой. Я выбрал это место для своего дома, чтобы быть подальше от школы: там постоянно что-то перестраивалось, на грузовую площадку опускались реопланы, что-то привозили, что-то увозили, и в учебных корпусах допоздна шумели монтажники. В последние годы суеты стало меньше, и можно было вернуться в школьный городок, но я уже привык к своему дому.

Дверь была приоткрыта, ветер раскачивал ее. На крыльце сидел серый котенок, он привстал и настороженно посмотрел на меня. Я тоже настороженно посмотрел на него. Когда-то Лина увлеклась биотрансформацией и ставила опыты в духе Шилдса. С той поры на острове попадались странные животные. Лучше всего у Лины получались кошки с собачьим поведением. Лина утверждала, что вообще это собаки, но в облике кошек.



— Привет, старина,— сказал я.— Надеюсь, ты не собака и не рысь.

Котенок не тьякал и не махал хвостом. Возможно, это был самый обыкновенный котенок.

Наступили сумерки, в комнатах было полутемно. Я увидел на стене вазу с гладиолусами и груды книг, пакетов, конвертов. Не зажигая света, я прошел на террасу. Следом за мной на террасу проскользнул котенок. Он сел поодаль и стал задумчиво меня разглядывать. Далеко в море, у темной полосы горизонта, был виден красный огонек — катер возвращался в Польшю.

Пустынно становится на Земле. В огромном зале космопорта на мысе Матапан было человек десять, не больше. В вагоне спидвея, идущем на Польшю,— два человека... После экосфер Земля кажется какой-то неустроенной, неорганизованной. В экосферах не встретишь неказистую и скособоченную Сизую гору, выжженный солнцем каменистый берег Гродоса, полуразрушенный пирс и полосу пыльных блеклых кустарников. И все-таки меня тянет на Землю, на Гродос. Наверное, потому, что еще в детстве я привык лежать на шершавых досках восточного пирса и смотреть на море, слившееся с небом, или разглядывать сквозь щели между досками пляшущие на воде солнечные узоры. Поколение, выросшее в экосферах, относится к Земле иначе. Как к большому историческому музею. Вот здесь была столица древнего царства, а тут произошло знаменитое сражение, а там, в этой маленькой комнатке, Фудзио Тада впервые получил силовое поле, и оно выбило стекло вот в этом окне...



Пискнул котенок.

— Не унывай, старик,— сказал я ему.— Через восемь дней я улечу, ты снова останешься хозяином.

3

По грузовой площадке, ярко освещенной прожекторами, двигался старенький спрут: подбирал щупальцами разбросанные по площадке контейнеры и складывал их на транспортную тележку. В кабине спрута сидел Уно. Я остановился поодаль, в темноте: интересно было смотреть, как работает спрут. Уно привез это чудовище, когда школу только начинали строить. С тех пор на Гродосе сменилось множество универсальных рабочих машин: все время выпускались новые, более совершенные модели. Но спрут оставался, и, как только появлялась возможность поработать, Уно выводил его из гаража.

— Уно! — крикнул я.

Он остановил спрута — контейнер повис в вытянутых щупальцах — и приоткрыл дверь кабины. Похоже, он был смущен.

— Здравствуй, Уно.

— А, появился,— сказал он, всматриваясь в темноту.— Здравствуй... Видишь, работаю за тебя: это твой заказ, оборудование для физической лаборатории.

По узкой лесенке я взобрался в кабину. Там было тепло и пахло маслом. Уно набрал целую коллекцию старых машин: спрут, два орнитоптера, лодку с настоящим двигателем внутреннего сгорания, силовые скафандры на гидроусилителях, электромобиль, токарный станок... Все они пахнут маслом. Формально это экспонаты по истории техники, но для Уно они живые вещи, пожалуй, даже живые существа. Шумные, теплые, немного капризные.

— Садись,— сказал Уно.— Вот заброшу этот ящик, поговорим.

Он забросил этот ящик и еще один («Лежит на самой дороге...»), а потом еще один («Заодно уж прихватим...»). Хорошо это у него получалось: рычаги управления оказывались там, куда он, не глядя, опускал руку, педали поджимались ровно настолько, насколько нужно, при этом Уно успевал еще переключать какие-то тумблеры, подкручивать какие-то маховички и следить за цветными огнями на пульте. Один раз спрут недовольно заурчал, видимо, контейнер был слишком тяжел, или щупальца схватили его неудачно. Уно удивленно пробормотал: «Ну, малыш...» — и спрут рывком поднял огромный серебристый ящик. Уно шепнул что-то одобрително, рассмеялся...

— Хорошая машина,— сказал я.

— Старееет,— отозвался Уно.— Приятно на ней работать, но старееет, ничего не поделаешь. Каумет на щупальцах износился, а заменить нечем. Не выпускают каумета.

Нынешние машины не стареют, но привязаться к ним, полюбить их невозможно. Они есть, и их нет. Можно любить космические корабли вообще и невозможно любить конкретный корабль. Его нет, он возникает только на время работы, а потом его расплющивают. Что же любить — стандартную капсулу или программу развертки корабля, заложенную в памяти ЭВМ?.. Стереотехника и ДС-операции постепенно проникают повсюду: вещи исчезают — их заменяют динамичные структуры. Современный погрузчик можно мгновенно превратить в груды фепора, ферромагнитного порошка, а потом сделать из фепора новый погрузчик или любую другую машину. Машина оказывается только временной формой, а к порошку или электромагнитному полю трудно привязаться, их трудно полюбить... Спрут — другое дело. Он не меняется, его надо смазывать, мыть, он пахнет маслом, а при работе забавно урчит. Я-то еще понимаю, что к спруту можно привязаться, как, скажем, к восточному пирсу или Гродосу. Но поколение, растущее в экосферах, вряд ли это поймет: в большинстве экосфер запрограммировано даже изменение рельефа.

Спрут осторожно поставил ящик, щупальца опустились, машина отодвинулась от тележки и замерла.

— Посидим немного,— предложил Уно.— Когда ты приехал?

— Час назад.

— Я ждал тебя завтра.

— Скоростная трасса, и грузоход шел порожняком.

— Вот как... А перегрузки?

— Есть немного. При маневрировании. В капсуле свое гравиполе.

— Все-таки тебе надо отдохнуть.

Я видел: Уно хочет что-то сказать — и не решается, а это на него не похоже. Я говорил с ним сутки назад, перед отлетом с Ганимеда. Что же могло произойти за это время?

— Насчет Юны... ничего нового?

— Нет... Волнуешься? Когда ты проходил практику у Тадеуша, я тоже волновался.

В стекло ударили крупные дождевые капли. Защитный слой стекла отталкивал их, они скатывались вниз, как шарики ртути. Уно прикрыл дверцу.

— Осень... Всю неделю шли дожди. Затопило дорогу к южному маяку.

— Каумет можно достать,— сказал я.— Сколько угодно. В старых вагонах спидвея силовые элементы аварийной амортизации сделаны из каумета. Амортизацией никогда не пользовались, каумет там целехонкий.

— Амортизация? — переспросил Уно.— Да, конечно, конечно... Толковая мысль, спасибо.

— Я могу съездить в Польдию. Хоть завтра.

— В Польдию? Нет, Илья, съездить надо не в Польдию, а в Кунгур, к Хансу Улли. Завтра же. Он прислал приглашение.

«Вот оно что, — подумал я. — Ханс Улли руководит ЦСП, Центром социального планирования, и если ЦСП заинтересовался нашим экспериментом, значит назревают большие события».

— До сих пор ЦСП нас не замечал.

— Не совсем. Год назад они попросили материалы, я отправил. Не надейся, что разговор будет на поверхности. Улли не такой человек.

Позицию Улли я примерно представлял. В последнем ежегоднике ЦСП была его статья, там затрагивалась и проблема гиперспециализации. Наша цивилизация, писал Улли, основана на специализации, именно это обеспечило ее быстрое историческое развитие. «Специализация была ключом к решению очень многих проблем, и мы открывали этим ключом дверь за дверью и шли вперед, не заботясь о том, что где-то позади нас двери захлопывались...». Социологи вообще относятся к нам, как к изобретателям вечного двигателя: хорошо бы иметь такой двигатель, но, увы, принципиально невозможно. Специализация — самый древний и самый основной закон общества, а социальные законы ничуть не слабее физических.

— Когда мы выезжаем?

— Ты поедешь один, Илья.

— Почему?

— С завтрашнего дня ты — руководитель школы. Я буду жить на Алтае, у Лины.

Если бы Уно объявил, что завтра Сизую гору переправят куда-нибудь на Марс, я удивился бы меньше. Невозможно было предсказать Гродос без Уно и Уно без Гродоса.

— Что случилось?

— Ничего не случилось. Просто так будет лучше.

Я смотрел на Уно и ничего не понимал. Почему будет лучше? Кому будет лучше? Я видел, что Уно, как всегда, спокоен — и это было дико. Как в нелепом сне, когда хочешь проснуться, отчаянно стараешься проснуться — и не можешь.

— Должны быть причины, — упрямо повторял я. — Должны же быть причины...

— Причины... Мы топчемся на месте, ты сам знаешь. Нужно что-то новое.

— Мы все время ищем новое. Почему нельзя работать вдвоем? Почему вам надо уезжать с Гродоса?

— Ты подумаешь и сам все поймешь.

— Что-нибудь не так? Вы недовольны мной?

Он посмотрел на меня и отрицательно качнул головой:

— Нет, напротив. Я даже собой доволен. Помнишь, были когда-то многоступенчатые ракеты: первая ступень разгоняла ракету,

а потом, израсходовав горючее, отделялась, и тогда начинала работать следующая ступень... Я был хорошей ступенью. Разве не так?

— Ладно,— невпопад ответил я.— Вы уедете на Алтай. Но ведь все равно вы будете думать о нашем деле.

— Буду,— согласился Уно.— Мысли не отключишь, ты прав. Но дело сейчас не во мне.

«Это уже обдумано и бесповоротно решено,— подумал я,— ничего нельзя изменить, ничего». Я вдруг заметил, как мало огня внизу, в зданиях школьного городка. Не было света в окнах учебных корпусов, не горели огни спортивного комплекса, и даже на улицах было темнее, чем обычно. Уедет Уно, потом распадется моя четверка, на Гродосе будет совсем пусто. Может быть, это и есть поражение. Я впервые подумал об этом, впервые услышал это слово: «Поражение» — и ощутил его горечь и тяжесть. В чем мы ошиблись? Почему мы ошиблись?

— Вы могли бы остаться на Гродосе,— сказал я, уже догадываясь, что ответит Уно.

— Нет, Илья. Ты должен рассчитывать только на себя. Тебе предстоит ломать то, что я строил... Или нагромоздил, не знаю уж, что точнее. Так или иначе ломать на этот раз придется не верхушки, а самый фундамент, основы теории.

— Будем ломать вдвоем.

— Вдвоем не получится. Я не вижу — что ломать. Если, создав теорию, не видишь, что в ней можно сломать и перестроить, пора уходить.

— И я не вижу.

Уно рассмеялся.

— Ага, значит, ты думал об этом!

Я пробормотал:

— Но это же нормально...

— Нормально,— согласился Уно.— Теория должна непрерывно обновляться. У тебя это получится, не сомневайся. Ты был занят своей четверкой и полагал, что Уно, как всегда, что-нибудь придумает. Не спорь... Я тоже рассчитывал: вот сделаю это, закончу то, освобожусь и спокойно поищу — что ломать. Раньше удавалось... На этот раз я упустил время, Илья. Раньше я легко возвращался к самому началу, одним взглядом охватывал все сооружение, всю теорию, видел, где нужно ломать и как надо строить. Теперь я вижу только частности. Меня охватывает какой-то идиотский восторг: черт побери, в целом все здорово сделано!.. И мысль работает в одном направлении: это правильно и все это тоже правильно, вообще, все правильно... Прекрасная картина: все правильно, а четверки распадаются.

Он помолчал, потом сказал, усмехнувшись:

— Ладно. Закончим с ящиками. Ящики-то не виноваты... Тебе надо отдохнуть. Иди, у нас еще будет время поговорить. Сегодня ты будешь твердить только одно: «Почему? Почему?..» А нам надо решить множество конкретных вопросов. Иди, отдохай. Я закажу катер на девять и предупрежу Улли. Вернешься, поговорим.

Я спустился на площадку. Щупальца спрута потянулись к тележке, уцепились за нее, легко стронули ее с места.

Дождя не было. Я отошел за край площадки и остановился. Спрут тянул тележку к лежащим поодаль ящикам. Тридцать два года назад Уно привел спрута на Гродос и начал строить школу. Сегодня он снова работает на спруте, хотя ящики мог собрать кто-нибудь другой. Он не ждал меня сегодня...

Я впервые понял, как тяжело было Уно эти тридцать два года. Не то, чтобы я раньше не знал этого или не думал об этом. Просто все, что делал Уно, воспринималось как нечто естественное: первооткрывателю всегда трудно. И только сейчас я почувствовал меру этой трудности, почувствовал, как это много — тридцать два года, в течение которых надо было в одиночку создавать теорию, считающуюся неосуществимой, и самому десятки раз ломать ее и перестраивать, год за годом быть наедине со своими сомнениями и при этом всегда оставаться тем Уно, которого знали в школе, — спокойным, организованным, потрясающе работоспособным, посвященным во все дела и затеи своих учеников, готовым всегда прийти на помощь...

И если Уно уходит, это не поражение. Он уходит непобежденным. Он вообще будет победителем, если я сделаю то, чего он ждет от меня. Смешно: я убеждал его в том, что он не уйдет от мыслей о деле... Уно может работать еще многие годы — и прекрасно знает это. Но он рассчитал время, когда должна начать работать вторая ступень. Рассчитал безошибочно: если я не потяну сейчас, через пять лет я и подавно ничего не сделаю.

В разрывах облаков появились звезды. Я прислушался: ветер доносил отдаленный шум прибора. Пахло морем и мокрыми листьями — осенний запах Гродоса. На Гродосе всегда пахнет морем: весной — морем и травой, летом — морем и водорослями, зимой — просто морем. Трудно представить, как Уно будет жить без моря. На Алтае велась недавно экологическая реконструкция, там теперь несколько крупных озер, но все-таки это не море.

Спрут погрузил ящики в тележку и, обходя лужи, повел ее к учебным корпусам. Он шел не спеша, как человек, уставший после тяжелой работы. Мерно раскачивались опущенные вниз щупальца.

Я встал в шесть и до прихода катера успел два часа повозиться на пирсе.

Котенок сидел на перилах пирса и смотрел, как я работаю. Воды он не боялся. Похоже, он вообще ничего не боялся.

— Слушай,— спросил я его,— ты не собака? Ты мог бы признаться, ничего страшного в этом нет. Кошка с собачьим поведением, вот и все. А может быть, ты кошка с философским поведением? Слишком ты, брат, серьезен для своего возраста.

Он молчал и внимательно следил за мной.

Вручную ремонтировать пирс — такую роскошь я редко мог себе позволить. Обычно время было расписано по минутам на много месяцев вперед. И в это утро — тоже. Но я все оставил и занялся пирсом. Два часа идеального душевного отдыха, когда все заботы, тревоги и сомнения постепенно отгесняются простыми соображениями: надо сменить эти доски и, пожалуй, эти тоже, а здесь достаточно вбить пять гвоздей, а вот тут дело посерьезнее — придется ставить новые сваи, новую балку и менять весь настил...

Катер появился точно в девять.

— Присматривай тут за порядком,— сказал я философскому котенку.— До вечера!

Времени хватило бы обогнуть остров и заскочить к Уно, но на пульте управления были только две кнопки «пуск» и «стоп», а рядом висела медная табличка с напоминанием, что включать ручное управление можно лишь в таких-то и таких-то случаях. «Заскочить к Уно» в этом перечне не значилось.

Мы отошли от острова километра на три, когда раздался звонок видео, и я услышал голос Уно:

— Здравствуй, Илья.

Солнце било прямо в экран, я почти ничего не видел.

— Включи космотекс, канал А-3,— сказал Уно.— У тебя есть приемник?

Приемник у меня был. Маленький, совмещенный с диктофоном.

— А что там? — спросил я.

— Включи, увидишь.

Я включил приемник, и на экране тотчас появился силуэт человека на вершине серебристой горы. Это была эмблема института Лепаж. Дикторский баритон рассказывал про агентство. «Ну вот,— подумал я,— началось». Рискованно было отправлять туда Юну, очень рискованно.

— Передача начнется через полчаса,— сказал Уно.— Они три года не вели прямых передач.

— Мне вернуться?

— Нет, тебя будут ждать в ЦСП. Да и что с того, что ты вернешься?

Действительно, теперь ничего не изменишь.

— Ты не волнуйся, Илья. Посмотрим, что они там надумали. Может быть, это и не имеет отношения к Юне.

Нет, имеет, определенно имеет. Не случайно же Латавец так настойчиво просил прислать Юну. Именно Юну.

— Я сделаю запись с большого экрана,— сказал Уно и, помедлив, добавил.— Да, вот еще что... Ночью звонил Хаген. Просил, чтобы ты срочно приехал.

Хайнц Хаген руководил биостанцией в Ливийской пустыне, у Хагена проходил практику Марат Волков.

— Что-нибудь с Маратом?

— Нет, не думаю. Во всяком случае, ничего опасного.

Индекс фантазии у Марата был втрое выше нормы. Что может быть опаснее?..

— А Хаген? — спросил я.

— Что Хаген? Как обычно. Подпрыгивал, махал руками, фыркал... Они что-то открыли. «Имеется наивеличайшее открытие... Нечто наиколоссальное... Нечто наипотрясающее... Теперь все пойдет ко всем чертям...». В таком духе он изъяснялся минут пять — вот и весь разговор. От Эль-Хаммама идет новая линия спидвея, это быстрее, чем на реापлане. Конечно, сначала надо быть в ЦСП. Счастливого пути, Илья.

Все навалилось как-то сразу: и решение Уно, и практика на Короне, и вызов в ЦСП, и звонок Хагена, и передача агентства Лепаж... Многовато. А может быть, и нет. Как раз в норме. Уно жил так тридцать два года.

Я посмотрел на часы. До начала передачи оставалось двадцать восемь минут.

Агентство Лепаж возникло в конце XX века и в то время казалось предприятием весьма сомнительным. Все началось с того, что Жан Лепаж, молодой журналист с характером Д'Артаньяна, написал несколько статей, предрекавших закат журналистики. Профессиональный журналист, отвергдал Лепаж, способен лишь пересказывать события, в которых он в лучшем случае был наблюдателем. С подлинной достоверностью о событиях могли бы рассказать их непосредственные участники, но они не владеют журналистским мастерством. Отсюда Лепаж делал вывод: нужно готовить специалистов, которые одновременно были бы и первоклассными журналистами. Вряд ли кто-нибудь обратил бы внимание на статьи Лепаж, если бы он не подкрепил свою теорию собственным при-

мером: феноменальный альпинист, Лепаж в одиночку поднялся на вершину Эвереста, а потом сделал фильм о восхождении. Это принесло ему немало денег и, главное, известность. Нисколько не сомневаясь в своей теории, от открыл колледж, в котором обычный учебный курс был дополнен основами журналистики. Обучение велось бесплатно. Лепаж разъезжал по разным странам и отбирал способных учеников. Из колледжа они шли в лучшие университеты и институты, становились физиками, социологами, космонавтами, архитекторами, биологами — кем угодно, но не профессиональными журналистами.

Много лет агентство приносило только убытки. Лепажу пришлось повторить подъем на Эверест. Это была игра со смертью, потому что на этот раз Лепаж тащил на себе тяжелую аппаратуру и при восхождении вел передачу. Поднявшись, он отбил пиропатронами трехметровую глыбу, «верхушку» Эвереста, тщательно укутал ее тройным слоем полиола и столкнул вниз по ледяному склону. Скандал был грандиозный. Правительство Непала отдало приказ об аресте Лепаж, его исключили из Международного альпинистского союза, газеты яростно обрушились на «человека, укравшего Эверест»... Тем временем Лепаж, продолжая свои телепередачи, медленно спускался с Эвереста: чем ниже, тем труднее было передвигать «верхушку» — она застревала в скалах, проваливалась в глубокие трещины, вязла в рыхлом снегу. Гравиаторов и силовых костюмов тогда не существовало. У Лепаж были блоки, веревки, крючья — пещерная техника. Десятки раз казалось, что уже ничего нельзя сделать, но Лепаж каким-то чудом находил выход из положения. Он не распространялся о трудностях, не жаловался и в самый тяжелый момент мог не спеша показывать закат в горах или говорить о картинах Рериха. Передачи транслировались по космотексту, миллиарды людей день за днем смотрели, как идет спуск. Глубокой осенью Лепаж дотащил «верхушку» до базового лагеря. К этому времени он был самым популярным человеком на Земле. В лагере его ждал правительственный чиновник с дарственной грамотой на «верхушку»...

Шесть лет спустя Чарльз Кэрди, один из бывших учеников Лепаж, осуществил первую успешную пересадку мозга. Книга Кэрди, изданная агентством и переведенная на шестьдесят два языка, показала, что затея Лепаж вполне реальна. А потом появились статьи генерала Луиса Кампора, руководителя партизанской борьбы в Парагвае, фильм зоопсихолога Александра Кухтина, установившего контакт с кальмарами, дневники математика Виджея Рата Шарма, создавшего теорию ДС-операций... Продукция агентства была невелика по объему: одна-две книги в год, считанные фильмы и совсем редкие прямые передачи, — но каждая вещь становилась событием.



В вагоне спидвея, идущем на Кунгур, кроме меня, была только парочка — парень и девушка в новенькой форме океанавтов. На улицах Польдии и на станции спидвея все держали в руках приемники космотекса. Парочка в вагоне была исключением. Они уселись подалеже от меня и принялись о чем-то шептаться.

Когда эмблема агентства сменилась на экране циферблатом секундомера, а потом появился Тадеуш Латавец — и не как-нибудь, а в модном тренировочном костюме вместо своей потертой кожаной куртки — я почувствовал: происходит что-то необычное. Латавец управлял агентством четверть века, за это время было шесть прямых передач, но сам Латавец ни разу не выступал по космотексу: комментатором он был никудышным.

Я снова подумал о Юне. Зачем она понадобилась агентству? Что она сейчас делает? Два месяца назад, отправив ее в учебный центр агентства, я настойчиво звонил туда и пытался узнать, что затевает Латавец. Бесполезно! В агентстве обожали секретность.

Латавец сидел в своем кабинете, и за его спиной, на стене, висели портреты бывших учеников из первого выпуска Жана Лепаж — Чарльза Кэрди, Ло Фонга, Луиджи Бернарди, Зофьи Покорской, Роберта Кириллова, Яноша Земпени. Мы называли эти снимки иконостасом, фирменным иконостасом. Но фирма была солидная и, что не менее важно, это был единственный наш союзник.

Узкому специалисту, даже владеющему журналистским мастерством, чаще всего не о чем рассказывать. Такой специалист имеет дело с крохотным кусочком проблемы, с какой-то одной ее микрогранью. Специалист по расчету фотопластовых элементов, специалист по технологии иридийплатиновых фотопластов, специалист по технологии металлоорганических фотопластов, специалист по монтажу трибосхем на фотопластах... И так далее. Два десятка специальностей, связанных с фотопластами и трибосхемами. Специалист, занимающийся металлоорганическими фотопластами, всю жизнь бьется над улучшением их характеристик и если ему удастся, скажем, повысить термоустойчивость какого-то типа фотопластов на пять — десять процентов, становится признанным авторитетом в своей области. Но о гетерогенных трибокомплексах, в которых работают его фотопласты, он имеет лишь общее представление. А триботехнику в целом он, в сущности, просто не знает.

В агентстве видели, что непрерывно углубляющаяся специализация в конце концов сведет на нет исходную идею Жана Лепаж, и решили поддержать эксперимент Уно Хедлунда. «Ни черта у вас не выйдет, — сказал Тадеуш Латавец, подписывая договор. — Мир держится на специализации. Из ваших ребят получатся те же

специалисты, только широкого профиля. Но нам этого достаточно».

Мы проходили практику в учебных центрах агентства: осваивая технику (там всегда была куча новинок), слушали курс мастерства, занимались на семинарах. Иногда на занятиях появлялся Латавец, высокий, массивный, невозмутимый, в старой кожаной куртке. Садился в сторонке, молча слушал, рассматривал нас маленькими прищуренными глазками. Потом доставал из кармана старинные часы на цепочке и, глядя на них, говорил: «Хватит на сегодня. Языки у вас, конечно, подвешены хорошо. Вы же такие, вы все умеете. Думаете, я не знаю, кто вылепил мою конную статую и установил это великое произведение искусства в конференц-зале? Ладно, берите снаряжение и отправляйтесь на остров Визе, на метеостанцию. Даю вам полчаса на сборы. По штату на станции семь человек, но вы же все умеете. Справитесь вчетвером. Через месяц назад. С фильмом...»

Агентство не ошиблось, заключая договор с Уно Хедлундом. Рой, например, мог бы хоть сегодня писать мемуары. Вот ведь парадокс: мы стремимся готовить универсалов, а получаются специалисты. И какие специалисты! Как Рой Дэвис, пилот века. Все выпускники Уно Хедлунда на таком уровне. Если, разумеется, не считать меня: специальность с двадцатой категорией вероятной реальности — нечто вполне призрачное.

— Мы начинаем прямую передачу,— сказал Латавец, поглядывая в сторону, туда, где, видимо, боьше его экран. Там уже что-то происходило, и Латавец, похоже, больше думал о происходящем, чем о своих функциях комментатора.

— Мы постараемся,— продолжал он,— показать вам архив Промышленной Лиги.

«Добрались все-таки,— подумал я. — Но почему Латавец сказал: «Постараемся», может быть, еще не добрались? Кто только не искал этот архив! Сколько раз казалось, что известно точное его местонахождение, и он вот-вот будет найден...»

Во всяком случае стало понятно, почему передачу ведет Латавец: у агентства были давние счеты с Промышленной Лигой. В свое время Лепаж каким-то путем добыл тайные документы Лиги и не побоялся их опубликовать. Трудно сказать, как ему удалось получить эти документы. Возможно, в самом руководстве Лиги был кто-то из его учеников, тут до сих пор нет ясности. Так или иначе, документы оказались у Лепажы, и он их опубликовал. Через месяц его убили. Отработанная технология Лиги: выстрел из винтовки с оптическим прицелом, сержант полиции преследует и убивает убийцу, а через неделю сам гибнет в автомобильной катастрофе... Агентство перешло в ведение Международного союза журналистов, и Люсьен Видаль, новый директор, принял защитные меры: располо-

жение учебных центров, списки учащихся, связи агентства с бывшими учениками — все было засекречено. Видаль продолжил публикацию документов; многие тогда поняли, что такое Лига и насколько опасны стоящие за ней финансово-промышленные комплексы. Историки считают, что именно тогда зародилось международное движение против Лиги. После боливийской трагедии Лигу, как известно, поставили под контроль ООН, а впоследствии вообще распустили. В агентстве, однако, и по сей день сохранились порядки, введенные Видалем. Уно рассказывал, что Латавец впервые появился на Гродесе с бригадой монтажников, собиравших стенд учебного гравитора, и переговоры с Уно вел ночью, на вершине Сизой горы...

7

На экране был космос, свободное пространство. Промелькнул маленький Диск с яркой звездой в центре, и я прикинул: передачу ведут с дистанции примерно в пятьдесят астрономических единиц. События, которые мы сейчас увидим, произошли часов семь назад.

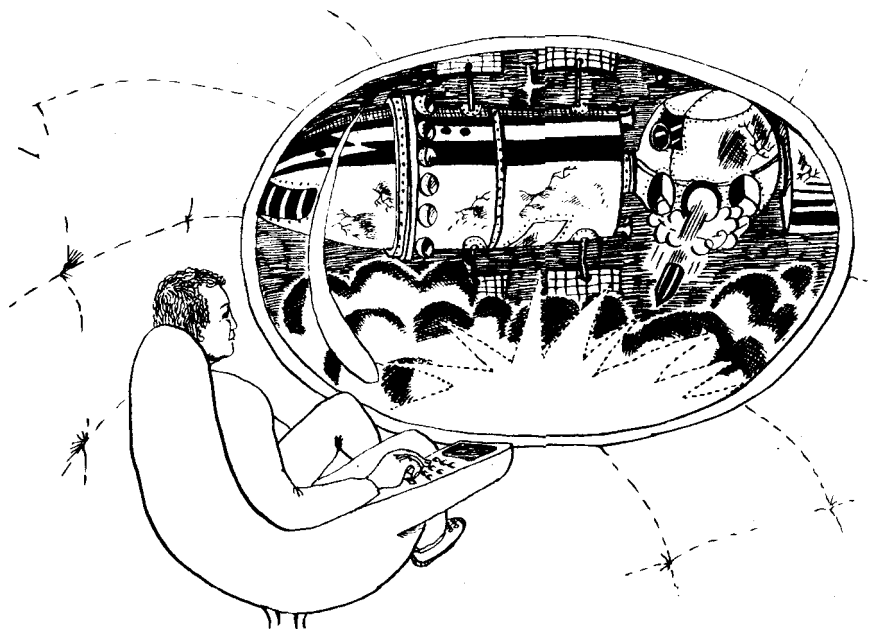
Многочисленные поисковые группы и по сей день ищут архив в джунглях Амазонки, в Антарктиде, на континентальных шельфах Атлантики и Тихого океана. Экспедиция ООН спускалась в кратер Везувия. Сколько тогда было шума... А архив оказался за пределами солнечной системы. Ситуация была выигрышная, но Латавец ее не использовал. Он коротко объяснил, что архив находится на корабле, идущем по вытянутой орбите. Каждые семнадцать лет корабль приближается к солнечной системе, доходит до орбиты Нептуна и снова возвращается в межзвездное пространство. «Сами увидите, — буркнул Латавец. — Передатчики установлены на беспилотных капсулах».

«Будет драка, — подумал я, — корабль наверняка вооружен, а Латавец, конечно, не ограничится наблюдением со стороны. Корабль построен лет сто назад, в те времена знали толк в боевой технике и были поразительно изобретательны по части всяких военных хитростей. Если Латавец планирует захват архива, драка неизбежна. Нет, не мог Латавец втянуть Юну в эту историю, слишком велик риск. Да и нечего там Юне делать. Штурмовая группа должна состоять из специалистов по истории военной техники и операторов по демонтажу оборудования».

— Вот он, — тихо сказал Латавец.

С капсулы дали сильную подсветку, и корабль был виден так, словно его освещали яркие солнечные лучи.

Он был по-своему красив, этот старый корабль. Мы привыкли к нашим кораблям, с их многослойными, подвижными, причудливо изгибающимися полями, сквозь которые видны звезды. Мы привыкли к кораблям, похожим на ожившее венецианское стекло. Привыкли



к мягкому зеленоватому ореолу гравиполя, вспыхивающему при перестройках корабля. А на экране был совсем иной корабль — с резкими контурами, с отчетливо различимой фактурой металла (видны были даже сварные швы), с четкими тенями от многочисленных выступов на длинном цилиндрическом корпусе. На высоких, похожих на мачты, опорах застыли черно-белые паруса антенн.

От корабля медленно отделилась серебристая капля, пошла куда-то в сторону, потом остановилась и словно замерла в пространстве.

— Торпеда, — хмыкнул Латавец. — По нашим данным, людей на корабле нет. Работает автоматика.

Видно было, как увеличиваются размеры светлого диска: торпеда быстро приближается.

— Корабль напичкан такими игрушками, — сказал Латавец. — В общем, это не страшно. Хуже, что он заминирован.

Латавец нашел архив, но шансы добраться до документов были близки к нулю. Автоматы будут защищать корабль до последней возможности, а потом уничтожат его. Агентству грозят серьезные неприятности. На планетах или в Диске все происходило бы в соответствии с правилами, инструкциями и наставлениями...

Торпеда резко рванулась вперед — и экран полыхнул белым пламенем. Это был ядерный взрыв, нам показали его со стороны,

с борта другой капсулы. Зажглось взлохмаченное солнце, ослепительный свет мгновенно затопил небо, стер звезды...

Латавец шумно вздохнул.

— Видите, что происходит...

Он стал объяснять соответствующие статьи навигационного кодекса: «Агрессивные действия... корабль следует рассматривать как опасно управляемый или опасно запрограммированный объект... обязаны принять меры...»

Операцию вели по хорошо продуманному сценарию, это чувствовалось. Экспедиция агентства занимается киносъемкой в свободном пространстве — вполне законное дело. Происходит случайная встреча со старым кораблем, экспедиция подвергается атаке и вынуждена принять меры для обезвреживания агрессивного объекта — все в полном соответствии с законом. Космоинспекция и навигационный суд не смогут предъявить никаких обвинений.

Вот он, звездный час Тадеуша Латавца! Здесь, в вагоне спидвея, сидящая впереди меня парочка оживленно обсуждает что-то свое, но нетрудно представить, что сейчас творится на Земле, на планетах, в экосферах... Миллиарды людей смотрят передачу — как в лучшие времена легендарного Жана Лепажя. В архиве Промышленной Лиги ключи ко многим загадкам истории последних полутора веков. Вся правда о войнах, переворотах, убийствах, расизме, вся правда об изоцирковой эксплуатации, о механике наживы, о политиканстве, подкупах и демагогии, вся правда о днях, когда не стоял вопрос «быть или не быть цивилизации»...

Латавец смотрел на свой экран (там был корабль, на этот раз съемку вели издалека) и, казалось, совершенно не думал о зрителях. Выглядело это вполне естественно, но я-то понимал, что хитрющий Латавец просто нашел выгодную для себя форму комментирования: идет работа, тут не до красноречия, если хотите — пожалуйста, можете смотреть.

Только сейчас я заметил, что стена, на которой висел портретный иконостас, не плоская, а полукруглая. Латавец был не у себя в кабинете, а в космосе.

— Не отвечает на сигналы,— Латавец попытался изобразить огорчение.— Что тут поделаешь... Придется отправить туда... гм... представителя. В старину это называлось «десантом».

Он помолчал, давая возможность почувствовать остроту ситуации: кому-то предстояло добраться до корабля, стреляющего ядерными торпедами. Потом не спеша объяснил:

— Корабль уходит из солнечной системы. Надо изменить его курс. Мы пошлем туда человека под прикрытием защитного поля. Капсула будет окружена свернутым полем. У нас тут случайно оказался подходящий генератор...

«А если это Юна,— подумал я,— если именно ее и пошлют на корабль?»

Латавец говорил о том, что экспедиция — опять-таки случайно! — располагает необходимыми запасами энергии, что их хватит на полную свертку поля и что благодаря этому капсула будет совершенно невидимой, но я не вслушивался в эту болтовню. Мне было не по себе от мысли, что Юне придется идти на такой риск. Я пытался убедить себя, что это не Юна, необязательно Юна... Но с непреклонностью математической теоремы получалось, что у Латавца просто не было, не могло быть иного выхода.

Расход энергии на создание свернутого поля зависит от замкнутой в этом поле массы. Нельзя замкнуть обычную капсулу, рассчитанную на трех пилотов. Не существует таких генераторов. У Латавца была единственная возможность: взять нестандартную капсулу, пилотируемую одним человеком, умеющим работать за троих. Достать капсулу с объединенным управлением не трудно: лет тридцать — сорок назад такие капсулы были в каждом училище, тренировка на них входила в обязательную программу обучения. Потом усложнение техники и углубление специализации привели к тому, что нормой стали экипажи из трех человек. Но одиночные капсулы кое-где сохранились, я сам видел одну такую капсулу на Ганимеде.

Одинокая капсула и пилот, умеющий ее вести... Что ж, есть тысячи пилотов, умеющих управлять одиночками. Почему обязательно Юна?..

— Капсула пошла к кораблю,— удовлетворенно произнес Латавец.— Можете посмотреть, как это выглядит. Собственно, это никак не выглядит, капсула просто не видна, но именно это нам и нужно. Локаторы корабля бессильны... Через полторы-две минуты капсула будет у корабля.

На экране было звездное небо. Где-то там, на фоне бесконечных звезд, шла невидимая капсула, прикрытая силовым полем. Управление свернутыми силовыми полями — это отдельная специальность. Ориентация и навигация сквозь свернутые поля — еще одна специальность. Вот ведь что получается: чтобы пилотировать одиночную капсулу, спрятанную в свернутом поле, надо владеть пятью специальностями. По крайней мере пятью специальностями: кто знает, что придется делать на корабле. Какие уж тут сомнения. Конечно, это Юна, только Юна... Ничего теперь не изменить.

Латавец основательно разработал операцию, и все-таки мне было не по себе: угнетающе действовало сознание полного бессилия. То, что я видел на экране, произошло шесть-семь часов назад и уже чем-то кончилось.

Рано или поздно наши ученики должны были принять участие в настоящем деле. Захват архива Промышленной Лиги — именно такое дело. Но почему Латавец, черт его побери, ничего нам не ска-

зал? Я мог бы пойти сам. Я бы настаивал на этом, доказывал, спорил... Хотя, конечно, ребята должны справиться лучше: я слежу за их тренировками, а они тренируются — существенная разница.

Все они подготовлены лучше меня. Но Марата послать нельзя: слишком буйная у него фантазия, он ухитрился натворить что-то даже на тишайшей биостанции Хагена... Кит Карпентер? У парня задатки блестящего теоретика, но к практике он равнодушен. Внешне это пока никак не проявляется и все-таки... Нет, Кита тоже нельзя послать. Ларе Ульман? Что ж, он лидер четверки. Смел, надежен, удачлив... За все годы ни одной неудачи, ни одного поражения. Он не отступит, даже если надо будет отступить.

Значит, Латавец не ошибся, выбрав Юну. Хотя, как сказать... Есть психологический тест Эс-270, разработанный институтом в Сиднее. Это тест на прогнозируемость поведения в необычных ситуациях. Когда-то индекс по Эс-270 был у меня вдвое ниже нормы, и Хедлунд частенько на это жаловался. У Юны Эс-270 иногда равен нулю. И смены бывают резкие: вчера индекс был в норме, сегодня он у нуля...

На экране промелькнула довольная физиономия Латавца и тут же появился корабль; съемка велась с рук, оператор стоял на наружной поверхности корабля. Изображение дрожало и дергалось — камеру устанавливали на штатив. Что-то заслонило объектив, потом вспыхнул яркий луч осветителя. В нескольких шагах от камеры стоял человек в космическом скафандре. Зеркальное стекло шлема не позволяло разглядеть лицо человека. Теперь у меня не было сомнений, что это Юна. Есть шлемы с радиационной защитой, у них тоже зеркальные стекла. Но судя по скафандру, это был обычный шлем, просто Латавец не хотел, чтобы видели десантника. О Гродосе мало кто знает, и Латавцу было бы трудно объяснить, почему он посылает девчонку на такое опасное дело.

Человек сделал несколько шагов в сторону и принялся устанавливать вторую камеру на подбежавший откуда-то автомат-паук. По походке ничего нельзя было определить: походка искажалась магнитными ботинками. Но человек держался уверенно, словно уже не раз высаживался на старинные корабли. И я поймал себя на мысли: если это Юна, она не зря училась на Гродосе...

Медленно переставляя суставчатые ноги, паук пошел по обшивке корабля.

— Там всякое может быть, — сказал Латавец. — Мины... и прочие опасности. Автомат осмотрит наружную поверхность корабля, десантник пойдет за автоматом.

Не знаю, кто управлял камерой, но съемка велась мастерски. Узкий луч света ощупывал титановую броню, покрытую оспинами и шрамами пылевой эрозии. Паук осторожно продвигался вслед за лучом, а вокруг — едва подсвеченные — проступали контуры каких-

то труб, поднимались вверх массивные основания антенн, огромными подковами возвышались швартовые скобы. Даже на моем маленьком экране были видны звезды, много звезд, и я вспомнил «Гамлета» в театре на Релии. Звездное небо было там главной декорацией, а может быть, и главным действующим лицом: яркое и тревожное небо Гамлета и тусклое, закопченное дымными факелами небо дворца. Все действие шло ночью, и хотя текст остался без изменений, у меня надолго сохранилось ощущение необычности.

Луч света уперся в гладкую полусферу, выступающую из обшивки корабля.

— Прекрасно,— сказал Латавец,— это нам и нужно. Защитный кожух антенн маневровой системы. Таких пузырей должно быть восемь или десять. Если их удастся вывести из строя, мы потянем корабль полями, и он не будет сопротивляться.

Паук обошел вокруг кожуха, постоял, словно в раздумье, и вдруг побежал куда-то в сторону.

— Что такое...— удивленно произнес Латавец.— Странно. Там шлюз... Люк шлюзового отсека открыт. Очень странно... На корабле не должно быть людей.

«Ну вот,— подумал я,— первая неожиданность и притом опасная неожиданность: теперь Латавец захочет посмотреть — что там, внутри...»

Паук поднял камеру. Он стоял метрах в двух от люка. Было видно, что крышка не просто открыта, а сорвана взрывом. («Минутку,— послешно сказал Латавец,— надо кое-что уточнить».) Обежав вокруг люка, паук остановился у крышки, потянулся к ней передними ножками. Вспыхнула электрическая дуга: паук приваривал крышку люка к парусу корабля. Латавец сказал: «Нам... гм... сотрудник приказал пауку закрепить крышку. Предки были хитры по части всяческих ловушек... Так, прекрасно. Теперь крышка не сдвинется с места».

Уцепившись за крышку люка, паук заглянул внутрь. На экране появился шлюзовой отсек — пустое помещение перед шлюзом. Схема по тем временам стандартная: люк открывается только изнутри корабля, а дверь в шлюз можно управлять и снаружи, из шлюзового отсека. Если это так, путь внутрь корабля открыт, хотя и непонятно, кто сорвал крышку люка.

Первоначальный план — вывести из строя маневровые антенны и потащить корабль силовыми полями — был еще где-то в пределах разумного риска. Но лезть без подготовки внутрь заминированного корабля — это уже чистое безумие. Зная Латавца, я склонен думать, что он с самого начала надеялся проникнуть в корабль. А тут — такая возможность: кто-то открыл люк шлюза...

На стене шлюзового отсека поблескивали кнопки, и паук, побегав по отсеку, решительно направился к ним. У кнопок (их было



две, просто две кнопки на гладкой металлической панели — и больше ничего) он остановился и замер. Кровь стучала у меня в висках: вот сейчас произойдет непоправимое... Прошло несколько томительных долгих минут (паук не двигался), потом Латавец объяснил: «Извините, мы решили, что десантник должен на время уйти в капсулу. Не исключено, что шлюз открывается каким-то особым сигналом. Если сигнал не тот... мало ли что может произойти...»

Паук нажал кнопку, дверь шлюза медленно открылась. Ничего не случилось, Латавцу бешено везло, но я теперь решил: все, хватит, я никогда не буду посылать ребят к Латавцу.

Появилось изображение звездного неба: работала камера, установленная снаружи корабля.

— Паук не может вести передачу сквозь стены шлюза,— сказал Латавец.— Он вернется через несколько минут, посмотрим запись.

Я следил по часам: пять минут, семь, девять... Латавец буркнул: «Подождем».

Паук выбрался на четырнадцатой минуте, вид у него был неважный: ноги передвигались рывками, на корпусе зияли дыры, камера шаталась. Латавец показал снятые пауком кадры: шлюз, открывается внутренняя дверь, паук проходит в тесное и пустое помещение, прилегающее к шлюзу, подходит к открытой двери («Там должен быть коридор»,— пояснил Латавец), переступает порог — и тут же выстрелы, паук отскакивает назад, валится на пол... Все это произошло быстро, минуты за две. Потом паук долго лежал, не двигаясь: система саморегенерации залатывала повреждения. Паук встал и, пошатываясь, направился к шлюзу.

— Пустяки,— бодро сказал Латавец.— Ловушка примитивная, что-нибудь придумаем.

В шлюзовой отсек спустился десантник, начал чинить паука. До этого у меня еще сохранялась смутная надежда, что Юну взяли только для консультаций и что десантник — кто-то другой, но теперь я видел: этот человек работает сам, без подсказок, вполне профессионально. Потребовалось всего четыре минуты, чтобы найти повреждения, перестроить и отрегулировать нейроцепи. Работа на уровне второго класса — у Юны и был второй класс по наладке нейроавтоматов. Можно, конечно, заранее подготовить какого-нибудь пилота к такой работе. Но это уже шестая специальность, нужны годы на подготовку...

Юна открыла входную дверь и принялась разбирать панель кнопочного управления. Латавец сначала удивился, потом (наверное, поговорив с Юной) объяснил:

— Там можно вывести антенну. Если это удастся, мы сможем постоянно поддерживать связь.

Это, конечно, удалось. Все шло удивительно гладко. Паук (он бегал как новенький) благополучно миновал шлюз, за пауком

внутри корабля проник десантник. Латавец вдруг стал многословным, похоже, он начал понимать опасность этой затеи.

Паук осторожно подобрался ко входу в коридор. Камера была теперь в руках у Юны. Некоторое время паук что-то внимательно высматривал в коридоре, потом из его туловища выдвинулось узкое дуло излучателя, голубоватый луч ударил в коридор, паук медленно повел лучом по стене.

— Мы ослепим систему обнаружения,— сказал Латавец и усмехнулся.— Практично придумано, не так ли?

«Мы...» Латавец сидел в своем корабле, а я ехал в спидвее...

Поработав излучателем, паук юркнул в коридор. Выстрелов не было. Теперь я хорошо представлял дальнейшее: паук будет лазать по стенам и обезвреживать ослепленные точки. Ловушка ликвидирована, коридор удастся пройти... Но дальше будут новые ловушки, шансы на благополучный исход все еще малы, очень малы.

Паук появился минут через пять — целехонький и, если это можно сказать применительно к машине, ужасно довольный успехом. Очень уж торжественно он вышагивал на своих тонких ножках...

Юна пошла к коридору — и тут же отпрянула назад. На экране мелькнул узкий, изгибающийся вправо коридор: шагах в десяти на полу лежали люди.

Латавец растерянно чертыхнулся.

— Там четыре человека... пять человек,— сказал он.— В старых скафандрах. Наверное, они и открыли люк. Кто-то пытался захватить корабль семнадцать лет назад, в прошлый его прилет. Или еще раньше. Ну вот... Они вошли в коридор. Ловушка сработала не сразу, вся группа была в коридоре... пулеметы изрешетили их в упор... Я не буду это показывать.

Он помолчал, потом упавшим голосом добавил:

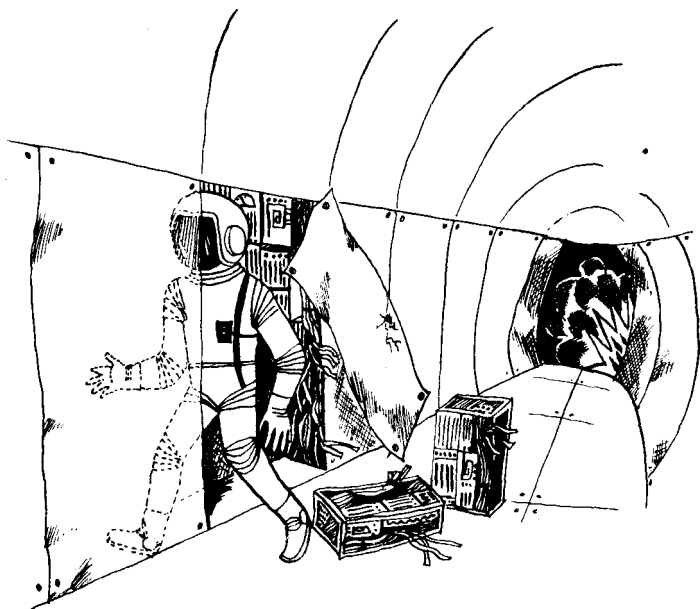
— Мы ее отзовем.

Камера в руках Юны дрожала (на экране была видна только дверь шлюза). Юна плакала. Она умела управлять одиночной капсулой, знала навигацию в свернутых полях, могла чинить автоматы и делать еще множество вещей. Но ей было тринадцать лет — всего тринадцать лет! — и она никогда не видела людей, в упор расстрелянных пулеметами. Готовя захват корабля, Латавец, вероятно, предусмотрел тысячи вариантов, но разве мог он предвидеть еще и такой вариант...

Юна плакала.

Она пыталась вытереть слезы сквозь стекло шлема — камера рывком поднималась вверх и опускалась.

Латавец догадался наконец переключить передачу на внешнюю камеру и с ненужными подробностями стал объяснять, как будут выведены из строя маневренные антенны и как потом можно будет изменить орбиту корабля...



Высокие березы со всех сторон окружали стеклянный купол выхода со станции. На голубоватом снегу ровными темно-синими полосами лежали тени берез. Я сидел на ступеньке лестницы.

На снегу не было следов: кроме меня никто не сошел на станции Кунгур-3. Я подумал, что это толковая идея — отвести дорогу подальше от станции, и что надо будет побывать здесь с ребятами. Это, должно быть, потрясающее впечатление, когда после часа езды выходишь, поднимаешься — и вокруг могучий березовый лес и снег, и свет, и тишина. Вот только сейчас мне было не до этого.

Я включил приемник. Латавец что-то быстро говорил, а звук, как назло, не удавалось настроить. Я не сразу понял, что произошло.

Будь на месте Юны Кит Карпендер, Ларс Ульман или даже Марат Волков, я бы предвидел каждый их шаг. А тут...

Юна разрезала и сняла обшивку стены, там было полно начинки — нейроблоки, кабели энергосистемы, всевозможные коммуникации и куча всяких приборов, упрятанных туда для экономии места. Латавец (звука так и не было) что-то пытался объяснить, показывал чертежи корабля...

Юна нашла единственно верное решение. Сколько бы ни было ловушек на корабле, их ставили в расчете на то, что люди будут

идти по коридорам (где же еще им идти?). Юна шла в стене, разбирая блоки оборудования внутри стены и снова собирая их за собой.

Абсолютно безопасный путь. Если, конечно, умеешь разбирать и собирать любой блок корабля — энергетический, навигационный, экологический...

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. Б. Селюцкий.</i> Кому нужна теория решения изобретательских задач . . . . .	3
<i>И. М. Верткин.</i> Борьба и искать... О качествах творческой личности . . . . .	7
Глава первая. . . . .	9
Глава вторая. . . . .	30
Глава третья. . . . .	48
Глава четвертая. . . . .	61
Глава пятая. . . . .	78
Приложение. . . . .	91
<i>Ю. П. Саламатов.</i> Подвиги на молекулярном уровне. Химия помогает решать трудные изобретательские задачи. . . . .	95
Из арсенала химии. . . . .	98
Агент 000. . . . .	124
Цветная память вещества. . . . .	135
Химия? Это самая сложная физика!. . . . .	145
Список рекомендуемой литературы. . . . .	157
Указатель химических эффектов. . . . .	158
<i>Г. С. Альтшуллер.</i> Маленькие необъятные миры. Стандарты на решение изобретательских задач. . . . .	165
Стандартные решения изобретательских задач. . . . .	168
Класс 1. Построение и разрушение вепольных систем. . . . .	170
Класс 2. Развитие вепольных систем. . . . .	180
Класс 3. Переход к надсистеме и на микроуровень. . . . .	200
Класс 4. Стандарты на обнаружение и измерение систем. . . . .	206
Класс 5. Стандарты на применение стандартов. . . . .	217
Задачи на применение стандартов. . . . .	227
Рекомендации по использованию системы стандартов. . . . .	229
Контрольные ответы. . . . .	230
<i>Г. Альтов.</i> Третье тысячелетие. Отрывок из научно-фантастической повести. . . . .	231
Корона Д. . . . .	234
Архив Лиги. . . . .	252

Научно-популярное издание

НИТЬ В ЛАБИРИНТЕ

Составитель

*А. Б. СЕЛЮЦКИЙ*

Редактор

*И. И. Куроптева*

Художники

*В. П. Лобанов*

*Е. А. Алатало*

Оформление

*В. П. Лобанова*

Художественный редактор

*Л. Н. Дегтярев*

Технический редактор

*Э. С. Иванова*

Корректоры

*Т. Н. Казакова*

*В. Н. Григорьева*

ИБ № 1884

Сдано в набор 5.01.88. Подписано в печать 11.05.88.  
Е-00561. Формат 60X84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типограф. № 2. Гар-  
нитурa литерат. Печать высокая. Усл. печ. л. 16,28. Усл.  
кр.-отг. 33,02. Уч.-изд. л. 17,94. Тираж 30 000 экз. Зак. 137.  
Изд. № 1. Цена 1 р. 50 к.

Издательство «Карелия». 185610, Петрозаводск, пл.  
В. И. Ленина, 1. Республиканская ордена «Знак Почета»  
типография им. П. Ф. Анохина Государственного коми-  
тета Карельской АССР по делам издательств, полигра-  
фии и книжной торговли. 185630, Петрозаводск, ул.  
«Правды», 4.

Н69 **Нить** в лабиринте / Сост. А. Б. Селюцкий.— Петрозаводск: Карелия, 1988.— 277 с: ил.— (Техника — молодежь — творчество).

**ISBN 5-7545-0020-3**

Это — вторая книга цикла «Техника — молодежь — творчество». В сборнике рассматриваются качества творческой личности, дан своего рода справочник по решению изобретательских задач с помощью химэффектов, представлены стандарты на решение изобретательских задач. Заключает книгу отрывок из научно-фантастической повести Г. Альтова. Сборник адресован широкому кругу читателей — от школьников до инженеров и научных работников.

**Н 210100000—037 19—88**  
**М127(03)—88**

30у

## ***ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!***

Хочется верить, что книги цикла «Техника — молодежь — творчество» стали вашими хорошими помощниками и друзьями.

В 1989 году издательство «Карелия» выпустит третью книгу цикла. Она называется «Правила игры без правил» (составитель А. Б. Селюцкий).

Книга состоит из четырех разделов:

Первый — «АРИЗ — стратегия победы» (автор Г. С. Альтшуллер) — дает алгоритм, с помощью которого решаются изобретательские задачи.

Второй — «Кривая, которая всегда вывезет» (автор И. Л. Викентьев) — рассказывает о применении геометрических эффектов при решении изобретательских задач.

Третий — «Этюды о творчестве» — знакомит с материалами об обучении ТРИЗ и о ее применении при решении важных народнохозяйственных задач.

Заключительный раздел по традиции представляет научную фантастику, называется он «Золотые кони дерзания». Его автор В. Н. Журавлева предлагает читателям познакомиться с научно-фантастическими рассказами о неожиданных открытиях.





ТЕХНИКА  
МОЛОДЕЖЬ  
ТВОРЧЕСТВО



**НИТЬ  
В ЛАБИРИНТЕ**

И. М. Верткин

● **БОРОТЬСЯ И ИСКАТЬ**

О качествах творческой личности

Ю. П. Саламатов

● **ПОДВИГИ  
НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ**

Химия помогает решать трудные  
изобретательские задачи

Г. С. Альтшуллер

● **МАЛЕНЬКИЕ  
НЕОБЪЯТНЫЕ МИРЫ**

Стандарты на решение изобретательских задач

Г. Альтов

● **ТРЕТЬЕ ТЫСЯЧЕЛЕНИЕ**

Отрывок из научно-фантастической  
повести