

Алексей ПОДКАТИЛИН



ВИНОВАТО ЛИ СЕВЕРНОЕ СИЯНИЕ?

– Не верю! – прозвучало в аудитории на одном моем семинаре. – Во что именно? – спросил я. – Не верю, что вашей методикой можно решить мою проблему!

– Понятно, а верить и не обязательно.... Давайте лучше займемся этой проблемой прямо сейчас. Рассказывайте...

Фирма изготавливала и успешно продавала в России, странах СНГ и Китае градирни различной производительности. Качество продукции было высокое, претензий от покупателей не было.

Небольшое пояснение. Градирня – устройство для охлаждения горячей воды (например, промышленные компрессоры охлаждаются водой, а горячую воду, в свою очередь, тоже охлаждают, но в градирне). Градирня – это большой открытый сверху железный ящик (см. рис. 1). Сверху в ящик из трубочек льются струи горячей воды. Чтобы вода быстрее охладилась, струи воды разбиваются на мельчайшие капельки («градины») специальной решеткой-«рассекателем», а навстречу им снизу вверх дует холодный ветер. Создает этот поток воздуха вентилятор, засасывая наружный воздух. Воздух соприкасается с падающими капельками, отнимает тепло и вылетает вверх. А охлажденные капельки воды падают на дно ящика и по трубе возвращаются к «прежнему месту работы» – остужать «что-то горячее».

Но однажды фирма продала градирни в «очень северные» регионы России. И получила рекламации от разъяренных потребителей... Градирни без видимых причин «взрывались», разлетаясь на куски! Встревоженные представители фирмы выехали на место и определили причину аварий:



Рис. 1.

на оси вентилятора возникала маленькая льдинка, постепенно она росла и превращалась во вращающуюся глыбу льда (см. рис. 2). Крыльчатка начинала вибрировать, еще сильнее, еще... И, наконец, колебания вращающейся крыльчатки вместе с намерзшим льдом достигали такой силы, что подшипники электродвигателя разлетались, вал лопался, и крыльчатка с огромной силой срывалась со своего места и билась о стенку кожуха. От градирни оставались жалкие лохмотья! (См. рис. 3.) И не удивительно: диаметр крыльчатки вентилятора 2–3 метра, скорость вращения – 1000 об/сек, а мощность электродвигателя – 40 КВ. Хорошо еще, что обошлось без жертв...

Инженеры фирмы стали в тупик: как капельки воды попадают из градирни на вентилятор через мощный встречный воздушный поток?

Выдвинули гипотезу: падающие капельки ударяются одно ящика, некоторые из них отскакивают и, преодолевая поток воздуха, примерзают к оси (см. рис. 4).

Для устранения причин аварии предложили дно ящика опустить пониже, чтобы удалить его от вентилятора – тогда-то отраженные капли не долетят до оси! Успокоенные инженеры фирмы внесли изменения в чертежи. Всю продукцию, работающую на севере, фирма доработала за «свой счет» (см. рис. 5).

Но грянули новые холода – и опять стали «взрываться» градирни! Фирма-производитель вошла в крутой финансовый штопор...

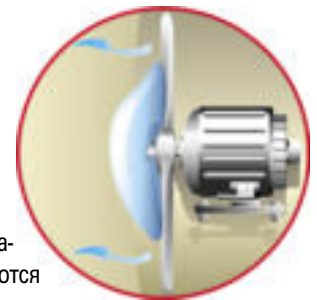


Рис. 2.



Рис. 3.

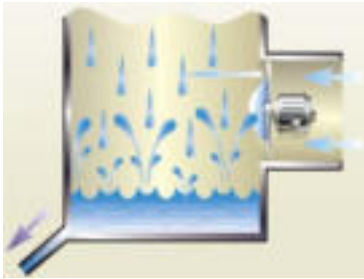


Рис. 4.

А что вы пробовали делать?

– А что вы пробовали делать, чтобы решить эту «северную проблему»? – задал я вопрос «неверящему».

– Ну, были предложения делать градирни с подогреваемыми крыльчатками, ставить «встряхователи льда», как на крыльях самолетов, поливать крыльчатки горячей водой или «антиобледенительными» антифризами... Все эти предложения были сложными и дорогими. А хороших решений не было – ведь не понятно, что и как происходит в зоне аварии. Мы пока отказались от поставок градирен на север. Такой рынок теряем!

Диверсия – не всегда «во вред»!

Для решения этой проблемы я предложил применить «Диверсионный анализ».

Один из принципов «Диверсионного анализа»: вместо того, чтобы искать причины аварии, нужно мысленно поставить цель: «Как сделать так, чтобы в данных конкретных условиях лед обязательно намерзал».

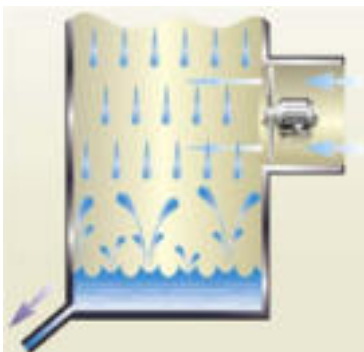


Рис. 5.

на вентилятор именно так, как он намерзает?»

Итак, задача: необходимо заморозить лед на вентилятор средствами, которые уже имеются в градирне. Имеются: падающие капли воды и струя очень холодного воздуха от вентилятора, отдувающая эти капли от оси вентилятора. Нужно создать встречную струю воздуха, увлекающую падающие капли строго к оси вентилятора! Как этого добиться?

ГИПОТЕЗА 1

Если поставить плоский экран перпендикулярно потоку воздуха от вентилятора, то поток, отразившись от экрана, разделится на два кольцевых потока: один – внешний, другой – внутренний, концентрический. Этот внутренний поток не может вырваться из «трубы» основного внешнего «сильного» потока. И пойдет навстречу общему потоку – к оси вентилятора, а по пути «прихватит» с собой падающие капли! Капли намерзнут на ось вентилятора, и авария обеспечена!

Теперь посмотрим на конструкцию градирни (см. рис. 6). «Молодцы», конструкторы – обеспечили аварийные условия, поставив стенку, о которую ударяется поток воздуха от вентилятора, строго перпендикулярно потоку! Записываем РЕШЕНИЕ 1 – изменить угол стенки градирни, чтобы поток отражался в сторону (см. рис. 7).

Задача решена? Вероятно... Но поищем еще и другие версии.

ГИПОТЕЗА 2

Продолжаем играть роль «диверсанта». Как еще можно притянуть капли воды к крыльчатке вентилятора? Если капли воды будут иметь электростатический заряд одного знака, а крыльчатка вентилятора – другого, то возникнут силы притяжения, капли начнут прилипать к крыльчатке.

Правда, возникает вопрос: как создать электростатический заряд на крыльчатке? Нужно потереть две неэлектропроводные поверхности друг о друга: например, засасываемый с улицы морозный

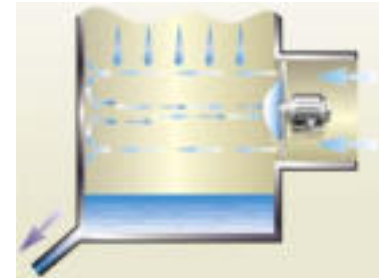


Рис. 6.

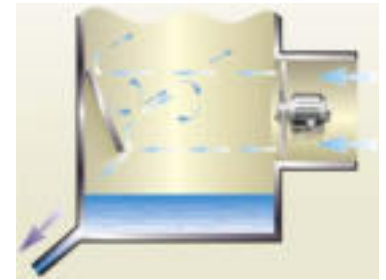


Рис. 7.

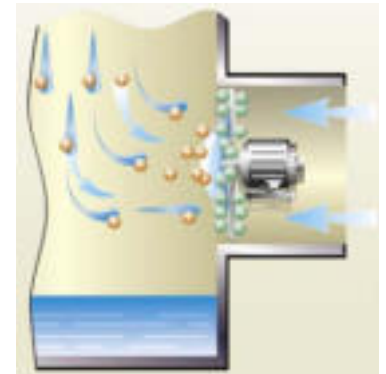


Рис. 8.

сухой воздух о пластмассовую вращающуюся крыльчатку!

Но ведь крыльчатки больших вентиляторов делают из металла! Смотрим конструкцию крыльчатки. И тут, оказывается, конструкторы «постарались» создать условия для появления электростатического заряда: покрыли поверхность металлических крыльчаток слоем электроизоляционного лака (см. рис. 8).

Записываем РЕШЕНИЕ 2: нужно убрать лак или покрыть крыльчатку электропроводным лаком.

Задача решена? Вероятно... Но не будем успокаиваться – поищем еще...

ГИПОТЕЗА 3

Как еще поток воздуха с каплями может попасть к оси крыльчатки? Вентилятор создает воздушный поток вдоль оси вентилятора – это

ТРИЗ – это набор методов решения нестандартных задач, объединенных теорией. ТРИЗ не решает задачи, а организует мышление изобретателя при поиске идеи, делает поиск более продуктивным. «ТРИЗ для головы, а не вместо нее» – говорил основоположник теории Г. С. Альтшуллер.

основной поток. Но в этом потоке возникает еще один поток – от лопастей в стороны из-за центробежной силы, как у центробежного вентилятора, – он затягивает воздух со стороны оси и выбрасывает его вдоль лопастей наружу по радиусу. Поток втягиваемого воздуха очень сильный и направлен как раз к оси против основного потока. Эта мощная струя воздуха легко захватывает пролетающие мимо капли воды – и бросает их точно на ось вентилятора (см. рис. 9)!

Не исключено, что именно это и есть основная причина «намерзания» глыбы льда на оси крыльчатки.

Как исправить?

Мы выдвинули гипотезы попадания капель на ось вентилятора, а теперь исправим все «диверсии». Вспомним также, что в ТРИЗ «закон повышения идеальности» рекомендует получать результат как можно меньшими затратами.

Итак, нам нужно прекратить втягивание воздуха из «зоны падающих капель». Применим прием «Сделать наоборот» и запишем РЕШЕНИЕ 3: двигатель разворачиваем на 180 градусов так, чтобы крыльчатка оказалась со стороны засасываемого снаружи холодного сухого воздуха. Теперь потока воздуха к оси из градирни не будет, и капли не попадут на ось вентилятора (см. рис. 10).

Что для этого нужно сделать? Отвинтить четыре болта крепления электродвигателя, развернуть двигатель «наоборот»; затянуть болты крепления. Чтобы вентилятор не «дул наружу», реверсируем направление вращения: для этого меняем две клеммы электропитания местами. И еще дополнительно закрепляем крыльчатку, чтобы воздушный поток не стягивал ее с оси.

Эпилог

Сложное и неэффективное сделать легко; а простое и эффективное – сложно!

Чтобы оставить за собой огромный рынок и не получать реклама-

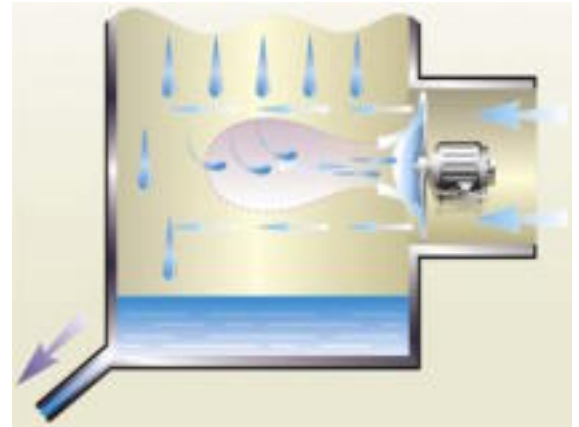


Рис. 9.

ций, оказалось достаточно отвернуть и завернуть... шесть гаек!

P.S. Вы спросите, при чем тут северное сияние? Оказывается, у инженеров фирмы была красивая гипотеза, что северное сияние приводит к электризации лопастей вентилятора...

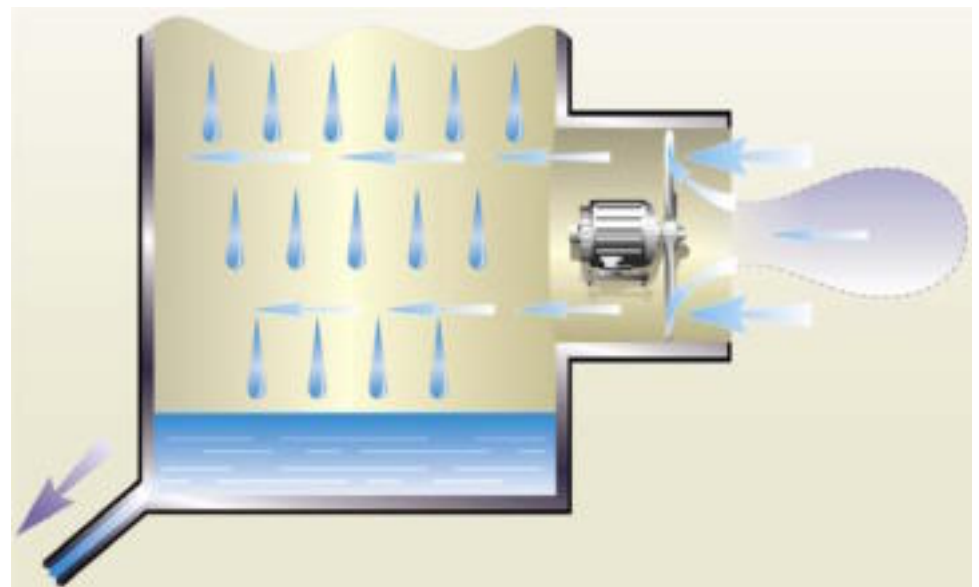


Рис. 10.

ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ТЕОРИИ

- ПРИЕМЫ УСТРАНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ. Противоречия представляются двумя конфликтующими параметрами. Для каждого сочетания параметров предлагается использовать несколько приемов устранения противоречия.
- СТАНДАРТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ. Сформулированы стандартные схемы проблемных ситуаций.

Для разрешения этих ситуаций предлагаются типовые решения.

- УКАЗАТЕЛЬ физических, химических, биологических, геометрических ЭФФЕКТОВ.
- Алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ. Все решательные механизмы теории сведены в единую систему.