

Создание культуры управления надежностью в компании Marathon Oil

Лэнс Холмер (*Lance Holmer*), Marathon Oil, и Марти Моран (*Marty Moran*), Meridium

Новые задачи позволяют повысить прибыльность

В нефтеперерабатывающей промышленности постоянным остается только постоянное изменение. В конце девяностых доходность отрасли снижалась, затем росла, а недавно опять начала снижаться. В дополнение к этим колебаниям цикла деловой активности были введены новые нормативы в области охраны окружающей среды и стандарты безопасности. Ко всему прочему, яростная конкуренция заставила половину американских НПЗ выйти из игры, а оставшиеся столкнулись с непрерывно растущим спросом.

Руководство компании Marathon Oil Corporation (MOC) осознавало роль повышения надежности установок в обеспечении конкурентных преимуществ в такой напряженной деловой среде. Поэтому компания предприняла долгосрочную стратегическую инициативу, которая в конечном счете принесла финансовую выгоду и привела к фундаментальному изменению компании. Одним из ключевых элементов программы стал выбор и внедрение системы управления эффективностью активов (Asset Performance Management; APM) для определения приоритетов при повышении надежности.

На сегодняшний день мероприятия по повышению надежности принесли заметные результаты:

- Значительно повышена доступность производственных активов, что позволило компании достигнуть целевых показателей по технической доступности.
- По результатам проведенного аудита после внедрения программы оценочное значение окупаемости вложений (ROI) в корпоративную информационную систему превысило 50%.
- Реализована количественная экономия благодаря недопущению событий, вызывающих потерю выгоды (СПВ). С 2002 по 2006 г. СПВ, связанные с отказами теплообменников на одной из установок, могли привести к потере более 35 млн \$. Результаты достигнуты благодаря возможности компании Marathon предсказывать будущие отказы трубных пучков и реализовывать программу их замены.
- Внедрение системы APM позволило получать данные, необходимые для соответствия ужесточающимся стандартам БПП.

Полученный опыт

До перехода компании MOC к применению подхода, основанного на управлении надежностью, на предприятиях процветала «культура ремонта», и поощрялись сотрудники,

способные быстро устранить неисправность. Героем становился человек, который прибегал посреди ночи и восстанавливал работоспособность оборудования. Тогда многие не понимали, зачем что-то изменять в отлично работающей системе. На самом же деле стало ясно, что она вовсе не работает. Издержки на техническое обслуживание росли, а доступность оборудования снижалась, что, в конечном итоге, заставило Marathon полностью пересмотреть свой подход.

В Marathon, как и в большинстве организаций, начали понимать, что для поддержания конкурентоспособности необходим переход от реагирования на отказы к проактивному подходу и предотвращению отказов. Эту цель было легче сформулировать, чем достигнуть. В результате руководство компании Marathon сделало следующий вывод (не очевидный в начале пути): успешная инициатива по повышению надежности должна затрагивать множество граней хозяйственно-экономической деятельности компании.

- **Бизнес-стратегия.** Факторами, обеспечивающими эффективность инициативы по повышению надежности, являются точная информация и применение программной платформы, с помощью которой осуществляется управление ею.
- **Технологии и данные.** ИТ-инфраструктура должна обеспечивать функционирование программной платформы управления производственными активами (АРМ) и высокое качество базовых данных, необходимое для любой инициативы в сфере надежности.
- **Организация и кадры.** Успешное внедрение системы управления надежностью требует поддержки процесса со стороны руководства компании, определения достижимых целей, принятия стандартных практик и совершенствования навыков персонала. В основе этой программы лежит изменение культурной парадигмы, который должен затронуть всю компанию.
- **Мера успеха.** Разработка осмысленных ключевых показателей эффективности представляет собой один из ключевых аспектов успеха инициативы по надежности. Здесь можно вспомнить старинное высказывание «если что-то нельзя измерить, нельзя это и улучшить».

Инициатива по надежности – пройденный путь

В 1995 году компания Marathon заказала исследование для анализа ИТ-системы управления техническим обслуживанием (Computerized Maintenance Management System; CMMS) собственной разработки и сравнения ее с другими системами, представленными на рынке. Были сделаны следующие выводы.

- Существующая система CMMS должна быть заменена или обновлена в соответствии с действующими техническими стандартами.
- Компании Marathon придется приобрести и внедрить программное обеспечение для достижения корпоративных целей по надежности оборудования. Выбор программного обеспечения должен быть основан на следующих функциональных возможностях продукта:
 - поддержка хозяйственно-экономических целей компании;
 - обеспечение соответствия нормативным актам;

- обеспечение желаемой окупаемости инвестиций;
- простота использования.

В соответствии с критериями выбора, примененными в исследовании, в компании Marathon в качестве платформы для запуска инициативы по надежности было выбрано программное решение Meridium APM.

Техническая платформа

В основе системы APM, развернутой в компании Marathon, лежит центральное хранилище данных о надежности и ряд аналитических инструментов на основе базы данных:

- Inspection Management (Управление инспекциями) — соответствие требованиям регулирующих органов;
- Thickness Monitoring (Толщинометрия);
- Reliability Analysis (Анализ надежности);
- API-RBI Analysis (Анализ рисков RBI по стандарту API);
- Instrument Calibration & PM Management (Управление калибровками и превентивным техническим обслуживанием);
- Electrical Equipment PM Management (Управление превентивным техническим обслуживанием электрического оборудования);
- Advanced Reliability & Compliance Reporting (Расширенная отчетность по надежности и соответствию нормам регулирующих органов)



Рис. 1 — Система управления производственными активами Marathon

После развертывания система АРМ предоставит инженерам по надежности инструменты планирования инспекций, анализа данных об отказах, определения областей для улучшения и разработки корректирующих действий, поддерживающих общую программу по надежности Meridium.

Основы инициативы Marathon по повышению надежности

Инициатива Marathon по повышению надежности включала три фундаментальных элемента:

- создание таксономии надежности на основе качественных данных;
- обнаружение и устранение дефектов;
- соответствие требованиям по механической целостности.

1. Таксономия надежности на основе качественных данных

Главным источником информации о надежности стала система CMMS компании Marathon, в которой фиксировались отказы в виде заказ-нарядов. В рамках разработки системы, которая смогла бы извлекать данные о надежности оборудования из тысяч заказ-нарядов, создаваемых каждый месяц, была проведена большая работа. В том числе были разработаны следующие позиции.

1. Создание центральной базы данных оборудования на каждом заводе, поддерживающей проектные данные в соответствии с отраслевыми стандартами (ISA, API и т.д.) для листов технических данных оборудования.
2. В соответствии с необходимостью кодирования отказов в структуре, удобной для анализа надежности, в компании Marathon были приняты стандарты таксономии отказов, разработанные совместно с другими компаниями в рамках консорциума под председательством Solomon Associates. Выделены два набора кодов:
 - a. Обнаружение – Имел ли место отказ? Как о нем стало известно?
 - b. Закрытие – Какое оборудование отказало? Какой ремонт был проведен? Какой тип отказа имел место?
3. Были установлены и одобрены экспертами по предметной области (SME) рабочие процессы, обеспечивающие стандартизацию информации, содержащейся в заказах на работы.
4. Поскольку затраты на техническое обслуживание неудовлетворительно работающего оборудования могут оказаться лишь малой частью издержек от производственных потерь, чрезвычайно важное значение придавалось точной регистрации в Marathon событий, вызывающих потерю выгоды (СПВ). Были разработаны функции, позволяющие определять категории издержек, связанных с СПВ. Это непростая задача, поскольку СПВ зависят от производственных потерь и от текущих условий на рынке. В Marathon информация о СПВ регистрируется на каждом заводе и автоматически загружается в систему АРМ для анализа.
5. Было достигнуто соглашение о начальной загрузке пятилетней истории отказов в новую систему АРМ с присвоением соответствующих кодов отказов. Данные загружались только по стационарному и динамическому оборудованию, которые традиционно оказывались «слабым звеном» с точки зрения надежности.
6. Кроме того, было развернуто веб-приложение для информирования сотрудников об оборудовании заводов. Это приложение получало данные из систем АРМ, CMMS, управления изменениями (Management of Change; MOC), Document Librarian и др. В течение 2007 года персонал НПЗ воспользовался этой системой для просмотра данных о заводе более 250 000 раз.

2. Обнаружение и устранение дефектов

Обнаружение и устранение дефектов лежит в основе обеспечения надежности. Компания Marathon предприняла значительные усилия на сбор данных для обеспечения качества используемых данных. Ниже приведены подробные сведения об этом процессе от первоначального отказа оборудования до ремонта или перепроектирования.

1. Отказ генерирует заказ-наряд с кодами обнаружения отказа, т.е. имел ли место отказ? Надлежащее использование правильных номеров оборудования и кодов обнаружения на этом этапе — вопрос первостепенной важности.
2. Заказ на работы проходит процесс планирования.
3. По завершении ремонтных работ по месту отказа специалисты ремонтного подразделения обязаны ввести дополнительные коды отказа и текстовое описание выполненного ремонта.
4. Заказ-наряд передается в процесс предзакрытия и должен быть рассмотрен и одобрен руководителем ремонтной бригады и, в конечном итоге, инженером по надежности

(по типу оборудования). Вскоре после этого выполняется итоговое закрытие заказ-наряда.

5. Если отказы элемента оборудования продолжаются, оно быстро перемещается в список 100 «слабых звеньев» данной площадки.
6. Если суммарные издержки на ремонт данного элемента оборудования помимо СПВ превышают определенное значение, оно поднимается на корпоративный уровень рассмотрения в отчете по основным показателям эффективности в соответствии с описанием выше.
7. Кроме того, элемент оборудования, поднявшийся на этот уровень, присваивается корпоративному инженеру по надежности, который отслеживает/утверждает решение, сформулированное в ходе процесса анализа коренных причин (Root Cause Analysis, RCA). Все полученные знания должны быть предоставлены специалистам остальных площадок.

Весь процесс был отработан на протяжении приблизительно пяти лет, и позволил Marathon избежать повторяющихся отказов и связанных с ними производственных потерь. Несмотря на достигнутые успехи, обнаружение и устранение дефектов остается задачей, требующей постоянной бдительности.

3. Механическая целостность

Важнейшим положением инициативы по повышению надежности явилось предоставление системы, поддерживающей программу Marathon по поддержанию механической целостности (МЦ) в рамках обеспечения общего соответствия нормативам безопасности производственного процесса (БПП). При запуске программы были установлены следующие цели:

- внедрение программы управления инспекциями;
- консолидация разрозненных программ управления состоянием оборудования;
- разработка программы RBI на основе методологии API;
- организация расширенной отчетности по механической целостности.

Вследствие особого внимания, уделяемого компанией Marathon механической целостности, инициатива по надежности должна была обеспечивать соответствие нормативным требованиям в этой области. Поскольку качественные решения по МЦ принимаются по результатам сравнения исходных и текущих проектных данных оборудования и истории его эксплуатации, чрезвычайно важно обеспечить точность этих данных. Перед запуском инициативы по надежности данные об оборудовании Marathon хранились в разных местах (проектно-конструкторская документация, цеховые документы, персональные базы данных, CMMS и т.д.), что не позволяло принимать качественные решения из-за расхождений в данных и затрудненного доступа к данным. Проблему удалось решить благодаря внедрению решения от Meridium в качестве центрального хранилища всех записей Marathon по МЦ и прочих записей, относящихся к оборудованию и надежности.

Первым шагом в разработке программы Marathon по МЦ стало внедрение программы управления инспекциями. Компания Marathon поставила здесь следующие цели:

- облегчение управления графиком инспекций;

- упрощение формирования отчетности об инспекциях;
- замена субъективных отчетов об инспекциях стандартизованными формами обратной связи;
- упрощение утверждения отчетов об инспекциях;
- фундаментальный переход от ввода и утверждения отчетов об инспекциях к оптимизации инспекций.

Для достижения этих целей в компании Marathon был применен модуль Meridium Inspection Management (Управление инспекциями). Отраслевые стандарты, адаптированные к практикам Marathon, составили основу для записи шаблонов инспекций: внутренних, внешних инспекций, инспекций состояния предохранительных клапанов давления и др. Это решение было развернуто на всех семи НПЗ для поддержки контроля качества нового оборудования, а также ремонта, восстановления и оценки состояния оборудования. В системе обеспечивается историческое профилирование состояния оборудования с сохранением текстовых, графических и числовых данных для поддержки анализа оборудования и обоснования проведения инспекций в будущем. Одна из функций модуля управления инспекциями от Meridium — это возможность документирования результатов инспекции и рекомендаций, а также отслеживания статуса этих рекомендаций в реальном времени.

Кроме того, в компании Marathon модуль управления инспекциями используется для автоматического создания записей о заявках на работы в системе CMMS на основании утвержденной рекомендательной записи в Meridium. Таким образом, инспекторы могут «завершать цикл рекомендации». С каждой рекомендацией связан флажок, указывающий на необходимость создания заявки на работы для выполнения рекомендации. При закрытии заказа на работы сотруднику, создавшему рекомендацию, направляется уведомление, и этот сотрудник становится ответственным за закрытие рекомендации.

Мониторинг состояния и управление толщиной — ключевые компоненты всей программы по работе со стационарным оборудованием. В компании Marathon была развернута стандартная система составления перечней точек измерения толщины (ТИТ), выгрузки этих перечней на устройства сбора данных, загрузки собранных данных и расчета минимальной толщины и толщины, требующей вывода из эксплуатации. На сегодняшний день в системе эффективно обрабатывается более полумиллиона точек.

Инспекторы Marathon также пользуются принципами инспекции на основе анализа рисков (Risk-Based Inspection; RBI) для понимания рисков и определения емкостей, требующих инспектирования, и необходимой частоты. Эти расчеты ранее выполнялись в отдельном программном обеспечении API580. Недавно Meridium добавил в систему MI интерфейс из калькулятора RBI API580; в Marathon планируется внедрить эти функции для предоставления инспекторам возможности просматривать все аспекты процесса инспекции посредством решения от Meridium. В дополнение к использованию системы Meridium для сбора прочих характеристик системы, критических переменных процесса (КПП) инспекторы могут поддерживать актуальность планов RBI.

Вследствие важности инспекции емкостей для планирования производственного цикла в компании Marathon был определен подход к планированию производственного цикла, обеспечивающий простой и обобщенный способ оценки следующих показателей:

- риска для оборудования (последствия и вероятность отказа);
- историй инспекции и текущих рекомендаций;
- истории отказов для оценки дополнительных режимов отказа, кроме протечки (например, загрязнения);
- анализа коррозии.

Система управления инспекциями также обеспечивает отчеты, доступные по сети или автоматически регулярно отправляемые по электронной почте, в том числе:

- Задачи, а также отчеты по соответствию нормативам, в которых обозначаются контролируемые задачи для выполнения в отношении оборудования, а также задачи, ожидающие выполнения, и задачи, по которым срок выполнения истек.
- Данные отслеживания рекомендаций с подробным описанием рекомендаций по оборудованию, предложенных инспекторами и инженерами по надежности.
- Отчеты по соответствию нормативам в области механической целостности.

Программа Marathon по механической целостности оказалась чрезвычайно успешной. Она являлась одной из основных мер, обеспечивших повышение надежности. Особое внимание, уделенное этой сфере, позволило добиться повышения доступности активов и установок. Оптимизация программы механической целостности Marathon также помогла обеспечить максимально быстрое достижение соответствия нормативам БПП.

Применение данных и результатов анализа по всему предприятию

По мере развития мер, принимаемых в Meridium для обеспечения надежности, участники программы провели оценку различных идей, направленных на распространение большого объема сведений о надежности по всему предприятию. По результатам этих обсуждений был составлен Отчет Marathon по ключевым показателям эффективности (КПЭ), который оказался чрезвычайно успешным. В отчете по КПЭ нашли свое отражение многие характеристики надежности, такие как:

- «слабые звенья» среди единиц оборудования по всему предприятию;
- механическая готовность;
- СПВ из-за проблем, связанных с механической готовностью;
- среднее время между отказами (MTBF, Mean Time Between Failures);
- среднее время на ремонт (MTTR, Mean Time to Repair).

В отчете по КПЭ сравнивается и сопоставляется эффективность семи НПЗ Marathon с точки зрения этих характеристик. Отчет распространяется среди руководства корпорации и отдельных НПЗ. В первом разделе отчета подробно описываются элементы оборудования, показавшие себя с наихудшей стороны, и приводятся их истории. Элемент оборудования попадает в этот список на основании совокупных затрат на ремонт и СПВ, которые должны превысить 1 млн. \$. Этот раздел позволяет руководству ознакомиться с информацией по надежности и техническому обслуживанию, необходимой для распределения технических и

финансовых ресурсов. Кроме того, разработан процесс, удаляющий из перечня оборудование, для которого уже внедрено решение. Таким образом, руководство может не рассматривать проблемы, утратившие актуальность.

В ближайшем будущем порог 1 млн \$ может быть снижен до 750 тыс \$, поскольку перестанет хватать «слабых звеньев» для занятия верхних позиций перечня. В сущности все наиболее очевидные элементы негодного оборудования уже устранены, и компания Marathon сосредоточилась на «втором эшелоне», что, несомненно, свидетельствует об успехе программы.

Результаты в области организационных преобразований и изменения культуры

В ходе этого процесса компания Marathon извлекла ряд уроков, в том числе было достигнуто понимание важности построения мощной и устойчивой культуры, готовой и способной поддерживать изменения, требуемые для поддержки общекорпоративной инициативы по повышению надежности.

Один из этих уроков — понимание важности наличия ключевого куратора на уровне корпоративного руководства, который был бы привержен проекту и обеспечивал бы лидерство и мотивацию к изменению. Кроме куратора программы должен быть определен и старший технический менеджер проекта, предоставляющий технические ресурсы, требуемые в каждой области программы надежности. Этот технический специалист должен быть лидером, обладающим достаточной убедительностью, влиянием и авторитетом, чтобы убедить сотрудников на всех уровнях принять важные изменения повседневных процедур в связи с внедрением программы повышения надежности.

Также выяснилось, что кроме куратора и лидера по надежности, чрезвычайно важно сформировать оргкомитеты по ключевым дисциплинам, ответственным за определение стратегического направления инициатив по надежности. Было сформировано несколько таких групп: по динамическому оборудованию, стационарному оборудованию, КИП, электрике и общей надежности. Эти группы выбирают процессы, инициативы и приоритеты в своей предметной области.

Наконец, на каждом заводе важно выбрать умелых координаторов на местах. Такой координатор должен оповещать завод о планах по проекту и координировать обучение персонала и доступность нужной информации, однако самое важное — он должен подцепить «лихорадку» надежности в хорошем смысле. Без этой страсти завод не сможет продвинуться вперед и принять новые инструменты.

В конечном итоге, для реализации преимуществ, связанных с инициативой по надежности, требуется:

- группа из руководителей на местах, приверженная проекту;
- переход от реактивного технического обслуживания к обеспечению надежности;
- убеждение персонала завода в необходимости нового процесса. Что от них требуется?

- разработка механизма обратной связи для обмена историями успеха;
- готовность к использованию реактивных ресурсов для задач сбора и анализа данных, а также обоснованию новых стратегий.

Финансовые преимущества

Инициатива Marathon по повышению надежности позволила добиться значимых финансовых преимуществ в основном за счет предотвращения производственных потерь. Один из примеров — отказы теплообменников. В начале 2000 года в списке «слабых звеньев» оборудования Marathon верхние позиции занимали трубные пучки теплообменников. Группа по надежности, столкнувшись с инструментами обеспечения надежности впервые, приступила к анализу информации.

1. Типичным режимом отказа оказалась протечка трубного пучка.
2. Большинство отказов имело место во время проведения технологических операций, с такими отказами связано значительное количество СПВ.
3. Большинство плановых ремонтов выполнялось во время производственных циклов.

По результатам анализа в компании Marathon оказалось возможным избежать отказов в будущем путем прогнозирования высокой вероятности отказа отдельных пучков и агрессивной замены таких пучков во время плановых простоев. С 2002 по 2006 год по оценкам Marathon (см. рис. 2) на одном из НПЗ было сэкономлено более 35 млн \$ путем предотвращения излишних СПВ!



Рис. 2 — Тенденция потери выгоды МРС – теплообменники

Программа в целом оказалась столь же успешной. По результатам аудита после внедрения, проведенного в 2004 году, оценка окупаемости вложений в установку общекорпоративного ПО по надежности составила более 50%. Как показано на рис. 3, окупаемость растет, причем остаются скрытые резервы. По мере освоения системы надежности пользователями преимущества увеличатся, и в конечном итоге выйдут на горизонтальную прямую, когда уровень использования программного обеспечения в компании достигнет зрелости.



Рис. 3 — Окупаемость вложений

Будущие инициативы

Через несколько лет после начала работы над повышением надежности в компании Marathon пришли к пониманию, что путь далек до завершения. Несмотря на отдельные успехи по обнаружению СПВ и созданию успешной программы механической целостности, оставалось пространство для совершенствования в следующих сферах:

1. Дополнительные калибровки КИП и управление превентивным техобслуживанием.
2. Управление превентивным техобслуживанием электрического оборудования.
3. Аудит заводов — непрерывное совершенствование

На 2008 год в Marathon был запланирован анализ разрывов на всех НПЗ для проверки эффективности использования всех инструментов надежности.

4. Эксплуатационная надежность не является проблемой технического обслуживания. В ходе внедрения проекта по портативным средствам сбора данных было выявлено значение эксплуатации в обеспечении надежности. В конечном итоге за оборудование НПЗ отвечают операторы, и в ходе ежедневных обходов они собирают большое количество данных. При вводе этой информации в систему АРМ можно получить общую картину надежности, что ценно для инженеров по надежности.
5. Успешное обеспечение надежности начинается с проектирования.

До недавнего времени компаниям приходилось превращать проекты прошлого в надежное оборудование. Сегодня анализ жизненного цикла и надежность производителя являются важнейшими факторами при разработке новых проектов. Распознавание этих возможностей становится еще важнее для компании Marathon в связи с увеличением перерабатывающих мощностей.

Заключение

НПЗ динамично меняются, и постоянное изменение — единственная постоянная величина. Меняются расходы и составы, меняются условия эксплуатации технологических установок,

меняются производственные требования, меняются нормативные акты и, конечно, рыночная конъюнктура. Кроме того, акционеры требуют устойчивой окупаемости своих вложений. Чтобы успешно работать в этой динамичной среде и обеспечивать стабильную выплату дивидендов, компания должна рассматривать повышение надежности заводов как стратегическое решение. После 1980 года более половины НПЗ в США упустили эту возможность и теперь олицетворяют собой упущенные возможности. Их руководство, погрязшее в менталитете «скоростного ремонта», столкнулось с ростом издержек на техническое обслуживание без надежды на улучшение ситуации. Они не смогли осознать важность инициатив по надежности и производственной культуре, и, следовательно, пренебрегли инструментами, необходимыми для поддержания конкурентоспособности. Сегодня останов крупного НПЗ влияет не только на акционеров, но и может в экстремальных случаях поколебать экономику государства.

К счастью, в компании Marathon Oil Corporation сделан выбор в пользу повышения конкурентоспособности и запустили инициативу надежности, которая включала в себя инструменты из передовой системы Meridium APM. На сегодняшний день эта система обеспечивает для Marathon следующие преимущества:

- поддержка программы механической целостности и соответствия нормативам БПП;
- управление механическими инспекциями;
- возможность проведения исследований по надежности;
- возможность решения проблем, связанных с ненадежным оборудованием;
- календарное планирование и расчеты, связанные с толщинометрией;
- управление калибровками и превентивным техническим обслуживанием, 2008;
- управление превентивным обслуживанием электрического оборудования, 2008;
- оптимизация запасов запасных частей исходя из соображений надежности (в будущем);
- расширенная отчетность по надежности и соответствию требованиям регулирующих органов;
- возможность достижения целей по механической доступности.

Компания Marathon на собственном опыте убедилась, что инициатива по надежности может приносить высокую прибыль. Однако мероприятия по повышению надежности должны быть обеспечены зримым корпоративным лидерством, ожидания по надежности должны быть ясно изложены, цели по надежности должны быть достижимыми, а критерии определенными. Кроме того, ни в коем случае нельзя недооценивать влияние серьезной инициативы по надежности на все грани деятельности завода: техническое обслуживание, эксплуатацию и проектирование. Путь долг, но, как показала программа Marathon, затраченные усилия приносят замечательные результаты. На сегодняшний день надежность глубоко укоренилась в корпоративной культуре, и к 2002 году от механической доступности стала зависеть оплата труда каждого сотрудника.

Наконец, существует простой способ проверить, закончен ли путь к надежности.

Предположим, что руководителю департамента технического обслуживания предоставлена возможность нанять дополнительных сотрудников на одной из площадок. Кого он выберет: специалистов по техническому обслуживанию для помощи в проведении ремонтных работ или инженера по надежности, чтобы избежать ремонта? Ответ Вы уже знаете.