

На выходе блока 2 рассматривается процесс изменения параметра безопасности конкретной агротехнологической системы $P_T(t)$. Обратная связь IV характеризует управление безопасностью труда за счет совершенствования средств защиты работающих.

Реализация приведенной схемы обеспечения безопасности агротехнологических систем предполагает:

1) получение вероятностно-статистического представления показателей травматизма в виде информативного параметра эксплуатационной безопасности средства производства;

2) обоснование методики получения и статистической обработки реализации процесса $P_T(t)$ — изменения параметра безопасности применительно к конкретной агротехнологической системе;

3) определение значимых показателей безопасности производственной среды (технологического процесса), защитных свойств средств безопасности и обоснование математического аппарата описания их взаимной связи с операторами R_E и R_3 блоков 1 и 2 динамической модели агротехнологической системы (рис.);

4) определение рациональных и допускаемых параметров процессов $P_0(t)$, $P_T(t)$ и соответствующих им допусков на характеристики производственной среды (технологического процесса) и на параметры конструкции технических (санитарно-гигиенических) средств безопасности.

Литература

1. Статистическая динамика безопасности технологических систем АПК / В.С. Шкрабак, В.А. Елисейкин, Е.В. Пыханова, Т.И. Белова. — СПб., 1996. — 365 с. — Деп. в НИИТЭИагропром 23.09.96 г. № 183 ВС-96.
2. Безопасность пойменного кормопроизводства / В.С. Шкрабак, В.А. Елисейкин, Н.И. Чепелев и др. — СПб., 1995. — 145 с. — Деп. в НИИТЭИагропром 05.07.95 г. № 142 ВС-95.
3. Чепелев Н.И. Улучшение условий труда при пойменном кормопроизводстве совершенствованием технологии снижения концентрации пыли: Автореф. дис...канд. техн. наук. — СПб., 1994. — 16 с.



УДК 620.197:621.81

С.И. Торопынин, С.А. Терских, С.А. Глебов

КОРРОЗИОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ МАШИН И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Нами уже отмечалось ранее [1], что потери от атмосферной коррозии деталей и узлов сельскохозяйственной техники за весь срок службы составляют до 25 процентов стоимости новой машины. При этом одновременно с прямыми потерями металла в результате его коррозии уменьшается прочность деталей и соединений, увеличивается скорость изнашивания сопряженных поверхностей и, как следствие, снижаются показатели надежности агрегатов и машин в целом.

Для разработки мероприятий по снижению общих потерь от коррозионных повреждений деталей и повышения надежности узлов машин необходимо проанализировать виды коррозии, механизмы и причины их появления, влияние атмосферных факторов.

По характеру повреждения металлов и сплавов от коррозии различают *общую* и *локальную коррозию*. Примером общей коррозии может служить коррозия деталей и узлов машин в местах разрушения защитного покрытия по всей поверхности. Общая коррозия характеризуется значительной потерей металла, но она менее опасна по сравнению с локальной.

Из всех видов локальной коррозии техники наиболее характерными являются: контактная, щелевая, язвенная и сквозная.

Контактная коррозия возникает при контакте металлов, находящихся в электролите, с различными электрохимическими потенциалами. Наличие в любой машине сварных, заклепочных, болтовых и других соединений (в основном неподвижных) вызывает этот вид коррозии. Наклеп отдельных частей детали, а также внутренние напряжения приводят к возникновению электрохимических потенциалов. Контактная коррозия может возникнуть и без непосредственного контакта разнородных металлов, если в электролите присутствуют следы более благородных металлов [2]. При этом скорость коррозионных процессов за счет контакта в таких слоях электролита выше, чем в объеме. Это объясняется концентрацией коррозии непосредственно у границы контакта.

Щелевая коррозия является одной из наиболее опасных разновидностей электрохимической коррозии. Интенсивная коррозия при этом развивается не только в имеющихся в конструкциях зазорах и щелях, но и во вновь возникающих в процессе эксплуатации механизмов и машин. Практически ни одно механическое соединение не бывает без зазоров и щелей и, следовательно, все они могут быть подвержены щелевой коррозии. В практике весьма часто встречаются разрушения несущих конструкций (рам, остовов) в местах соединения деталей.

Это объясняется совместным действием контактной и щелевой коррозий, обусловленных внешними динамическими нагрузками и остаточными напряжениями в сопрягаемых деталях. Механизм щелевой коррозии объясняется линейно-избирательным растворением металлов и сплавов за счет возникновения концентрационных элементов [2; 3].

Скорость щелевой коррозии зависит от ширины и глубины зазора, периодичности смачивания его электролитом, характера смывания (ламинарного или турбулентного) металлов электролитом, от химического состава металлов, относительной влажности воздуха и пр. Максимальная скорость коррозии наблюдается при ширине зазора 0,5...0,6 мм, влажности воздуха около 98%, при постоянном сохранении пленки электролита на сопряженных поверхностях [2].

Сквозная коррозия образуется преимущественно под бугорками ржавчины и посторонних примесей вблизи уровня электролита, под пузырьками воздуха и каплями влаги. Процесс сквозного коррозионного разрушения протекает ступенчато. Сначала образуются кратерообразные углубления – "язвы", превращающиеся затем в сквозные отверстия. Скорость сквозной коррозии железных сплавов достигает 2,5...3,7 мм/год и зависит от химического состава металла и водородного показателя (pH) электролита.

В сельскохозяйственной технике сквозная коррозия является часто встречающимся видом коррозионного повреждения.

Отличительной чертой локальных видов коррозии является высокая скорость протекания процессов окисления металлов при сравнительно низких механических нагрузках. С увеличением последних скорость повреждений металлических конструкций, очевидно, также возрастает, и появляется другой вид повреждений – *коррозионное растрескивание под напряжением*.

Исследованию коррозионного растрескивания металлов и сплавов под напряжением уделяли внимание многие ученые. Тем не менее, кинетика этого процесса до конца не изучена. Условно принято считать, что механизм коррозионного растрескивания протекает в две стадии [4]: первая стадия – совместное действие напряжений в металле и неустойчиво пассивное состояние поверхности, вторая стадия – разрушение металла.

При ремонте сельскохозяйственной техники большой удельный вес занимает сварка как способ устранения дефектов. Обычно при сварке на поверхностях шва и зоны термического влияния металла детали образуется слой окалины. Окалина трехслойна и состоит из различных фаз окисей железа. Структура строения окалины (рис. 1) такова: железо (Fe); вюстит (FeO); магнетит (Fe_3O_4); гематит (Fe_2O_3).

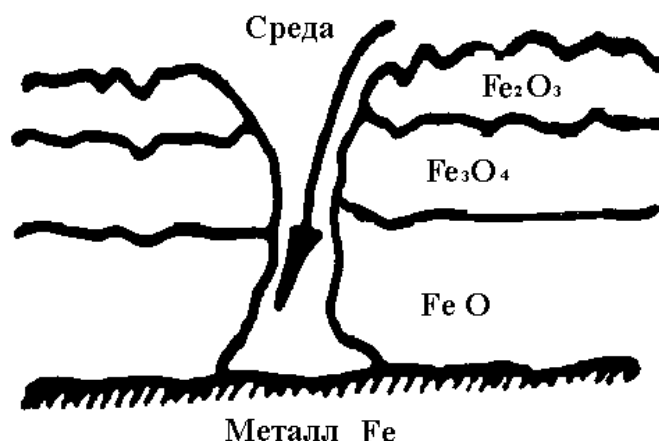


Рис. 1 Схема строения окалины

На границах раздела фаз существуют равновесия. Хотя толщина и строение окалины зависят от многих факторов, принято, что наиболее толстый слой состоит из вюстита, а наиболее тонкий верхний представляет собой гематит. Окислы железа имеют разную плотность, – меньшую, чем плотность железа, и занимают больший объем. Так, если плотность железа составляет 7,8 г/см³, то плотность FeO – 5,9; Fe_3O_4 – 5,2; а Fe_2O_3 – 5,1 г/см³. Под влиянием природно-климатических факторов разные окислы будут иметь неодинаковые объемные изменения. Вследствие разных объемных изменений в окалине возникают внутренние напряжения, приводящие к появлению в ней пор и трещин, через которые агрессивная среда получает доступ к основному металлу (рис. 1). При этом возникает трехэлектродный гальванический элемент с анодом Fe (анодные участки) и двумя катодами: Fe (катодные участки) и окалина.

Скорость коррозии возрастает из-за внутренних напряжений в сварном шве, в результате чего происходят растрескивание металла и депассивация его поверхности. Процесс начинает повторяться, и порой с большей скоростью, что приводит к аварийным поломкам. Коррозионное растрескивание под напряжением происходит преимущественно по границам зерен (кристаллов), и поэтому его называют еще *межкристаллической коррозией*.

Коррозионно-усталостные разрушения металлов являются наиболее распространенными в технике видами коррозионного разрушения нагруженных деталей. Как отмечают исследователи, данный вид разрушения, как и коррозионное растрескивание, протекает в две стадии. Первая стадия является одним из видов локальной коррозии, но протекает с гораздо меньшей скоростью, чем коррозионное растрескивание. Вторая стадия – это разрушение металла. П. Форест [5] отмечает, что первая стадия в начальный период протекает со значительной скоростью, но по мере углубления внутрь металла она не отмечается. Зато напряжения в металле относительно опасного сечения заметно возрастают за счет роста усталостных трещин. Например, при коррозионно-усталостном разрушении стали 45 под атмосферным воздействием снижение предела выносливости достигает 20...40%. Установлено, что скорость коррозионно-усталостного разрушения черных металлов зависит от следующих факторов: химического состава; структуры и дефектов кристаллической решетки металла; величины и характера внешних нагрузок на деталь; наличия локальных коррозионных повреждений и пр.

Влияние атмосферной коррозии на скорость изнашивания трущихся поверхностей деталей машин очень велико, и это, по мнению многих авторов, является следствием *фреттинг-коррозии* (*коррозии трения*). Фреттинг-коррозия – это разрушение, происходящее на поверхности раздела двух контактирующих тел, при скольжении одного относительно другого, из которых одно или оба являются металлами. Этот вид разрушения металла возникает под действием механических напряжений и может вызвать разрушение вследствие усталости и коррозионной усталости. Наличие коррозии трения обычно определяется по образованию продуктов коррозии, состоящих из мелко раздробленных окисленных частиц. Появление окисленных частиц (в стали это окись железа Fe_2O_3) обычно связано с местным выкрашиванием поверхности с повреждением области, что и снижает сопротивление усталости. Фреттинг-коррозия наиболее часто наблюдается в местах соединения деталей, которые имеют незначительные относительные перемещения, – в таких, как болтовые или заклепочные соединения, напрессованные детали и др.

Как показывает обзор литературы, механизм фреттинг-коррозии еще полностью не изучен. Имеются некоторые сведения о факторах, влияющих на скорость протекания процесса, однако они противоречивы и требуют дополнительных исследований. Несмотря на это, можно считать, что скорость коррозии трения возрастает с увеличением внешних нагрузок на контактирующие металлы.

Обобщением вышеизложенного является предлагаемая классификация видов коррозионных повреждений сельскохозяйственной техники и основных причин, вызывающих их (рис. 2). Исходя из данной классификации, можно заключить, что надежная работа машин и механизмов достигается соблюдением правил антикоррозионной защиты на всех стадиях их производства и эксплуатации.

Защите деталей машины от коррозии должно уделяться большое внимание на всех стадиях: проектирования, производства, эксплуатации, ремонта и хранения машин.

Для защиты металлов от коррозии следует при конструировании машин решить вопросы о наиболее удачной форме элементов и конструкций и о применении рациональных методов сочетания разнородных материалов.

Поскольку производство и ремонт машин в технологическом отношении одинаковы, то их можно рассматривать вместе. Надежность противокоррозионной защиты обеспечивается выполнением следующих мероприятий: нагартовкой (пластической деформацией металла) в местах концентрации напряжений; уплотнением зазоров и щелей; правильным подбором защитных покрытий; применением рациональной технологии нанесения покрытий.

При эксплуатации и хранении сельскохозяйственной техники внимание следует уделять своевременному обнаружению дефектов и разрушений защитных покрытий, их предупреждению и устранению, соблюдению правил хранения в межсезонный период.

Анализ проведенных исследований и наши собственные наблюдения позволяют сделать такие выводы:

- коррозионные повреждения деталей и узлов сельскохозяйственной техники являются результатом агрессивного воздействия атмосферных факторов;
- характер проявления и виды коррозионных повреждений элементов машин зависят не только от агрессивности внешней среды, а также и от конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов;
- полученные результаты позволяют перейти к следующему этапу исследований по установлению характерных разрушений лакокрасочных покрытий и причин их возникновения для новых марок сельскохозяйственных машин, особенно предназначенных для малых и средних сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности.

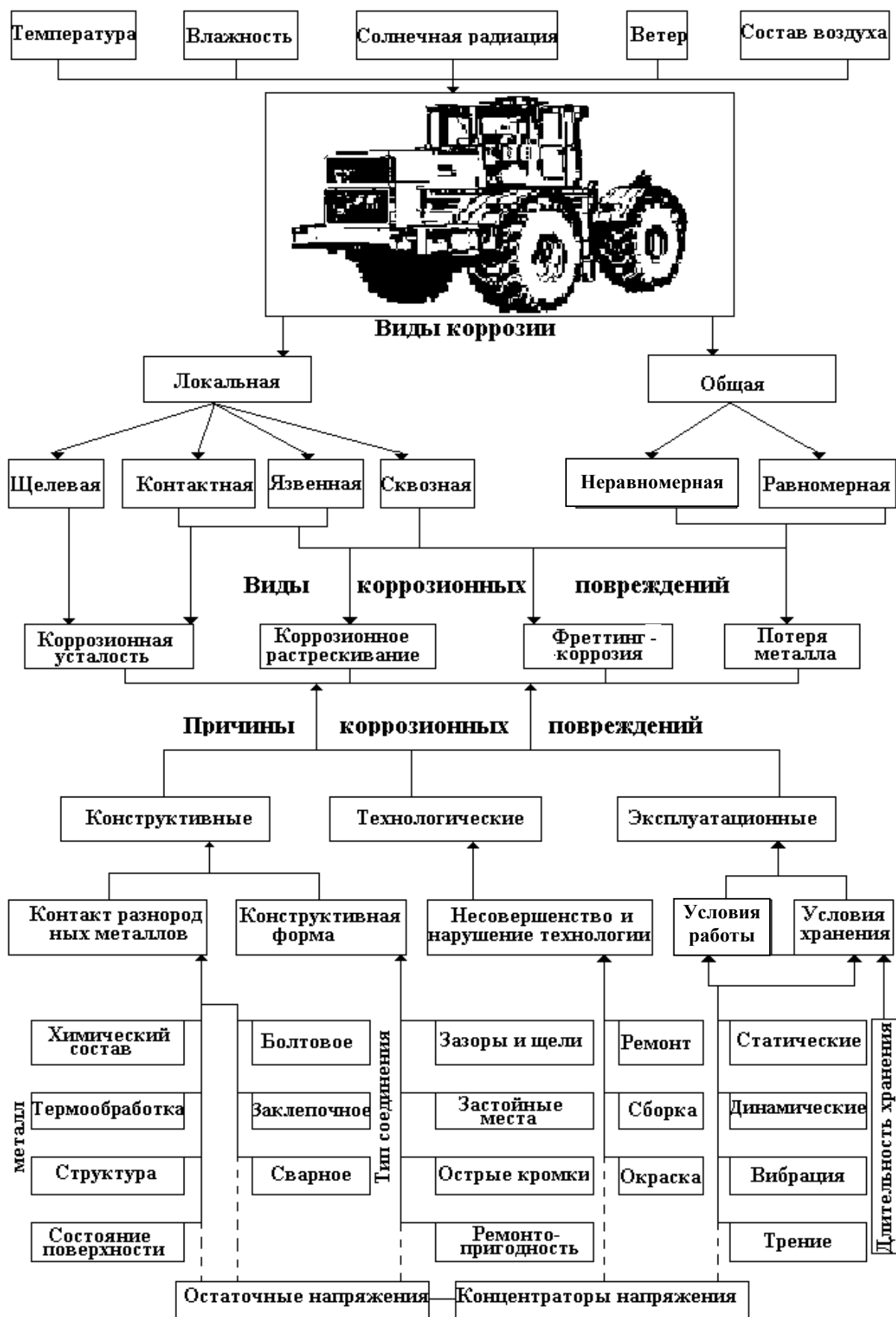


Рис. 2 Классификация наиболее характерных видов коррозионных повреждений сельскохозяйственной техники и основные причины, вызывающие их

Литература

1. Торопынин С.И., Терских С.А., Глебов С.А. Атмосферная коррозия деталей сельскохозяйственной техники // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2002. – № 8. – С. 73-78.
2. Розенфельд И.А. Коррозия и защита металлов. Локальные коррозионные процессы. – М.: Металлургия, 1970.
3. Ваграмян А.Т., Петрова Ю.С. Физико-механические свойства электролитических осадков. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.
4. Тодт Ф. Коррозия и защита от коррозии / Пер. с нем. – М.; Л.: Химия, 1966.
5. Форест П. Усталость металлов / Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1968.



УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов, А.В. Кузнецов

ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ДЛЯ ЗИМНИХ УСЛОВИЙ

Снижение эффективности зимнего агрегатирования энергонасыщенных тракторов обусловлено низкими тягово-сцепными свойствами движителя, ограничением рабочих скоростей и нерациональным комплектованием МТА. При этом тракторный дизель обычно функционирует на регуляторной ветви скоростной характеристики при загрузке по мощности 60-80% от номинальной с повышенным удельным расходом топлива. Ранее [1] было обосновано предложение: с целью адаптации переводить тракторные дизели в зимний период эксплуатации на пониженный уровень мощности с реализацией характеристики постоянной мощности в зоне рабочих частот вращения коленчатого вала. При этом были установлены рациональные параметры регуляторной характеристики дизеля СМД-66 гусеничного трактора класса 3 ДТ-175С (табл. 1) для этих условий.

Ниже рассмотрена методика определения рациональных параметров корректора подачи топлива и технология регулирования ТНВД для реализации параметров регуляторной характеристики дизеля СМД-66 на нижнем уровне мощности.

Таблица 1

Рациональные параметры регуляторных характеристик дизеля СМД-66

Уровень экспл. мощн.	$N_{ez},$ $кВт$	$n_H,$ $(n_{Nee}),$ $мин^{-1}$	$g_{en} / g_{emin},$ $(z / кВт \cdot ч)$	$n_{ge min},$ $мин^{-1}$	K_{Mn} $(K_{M max})$	$n_M,$ $мин^{-1}$	$n_{xx max},$ $мин^{-1}$
I	125	1900 (1750-1900)	252/244	1650	1,09 (1,15)	1450	2050
II	100	1900 (1400-1900)	254/243	1600	1,36	1400	2050

Дефорсирование дизеля СМД-66 до уровня эксплуатационной мощности 100 кВт, соответствующей режиму максимального крутящего момента, с использованием зоны минимального удельного расхода топлива многопараметровой характеристики позволяет сформировать нагрузочную характеристику двигателя постоянной мощности, обладающей способностью автоматически приспособливаться в зоне рабочих частот вращения коленчатого вала к условиям эксплуатации. При этом характеристика ДПМ по преобразующим свойствам приближается к характеристике силового агрегата дизель-гидротрансформатор.

Перерегулирование дизеля осуществляется путем ограничения эксплуатационной мощности N_{ez} до уровня, соответствующего режиму максимального крутящего момента. В этом случае постоянная эксплуатационная мощность обеспечивается в диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала от $n_{M max} = 1400 мин^{-1}$ до $n_H = 1900 мин^{-1}$ с $K_{Mn} = 0,36$, что на 18-19% выше, чем у двигателя с серийной настройкой.

Переналадка серийного двигателя заключается в уменьшении корпуса корректора, цикловой подачи топлива при номинальной частоте вращения $n_H = 1900 мин^{-1}$ на величину Δg_H для получения мощности $N_{ezII} = N_{eM max}$: