

УДК 621.892: 620.197.7

А. М. Губашева, магистр

А. К. Дуйсебаева, студент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ И КАЧЕСТВА ХРАНЕНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация

Данная работа посвящена вопросам совершенствования системы хранения и противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники для внесения минеральных удобрений от атмосферной коррозии в период неиспользования.

На фоне острой нехватки сельскохозяйственной техники, ее изношенности, вопросы комплексного подхода к решению этой проблемы чрезвычайно актуальны. При анализе существующей информации о проблемах хранения и противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники использованы: интернет, литературные материалы и нормативные документы, включая доступные документы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан.

Отмечено, что в Республике Казахстан в период неиспользования большая часть сельскохозяйственной техники хранится на открытых площадках. Предложен систематизированный комплекс методов и мероприятий, обеспечивающих требуемое качество хранения и противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники, которые структурно заданы подсистемами. Описаны воздействующие управляющие и возмущающие факторы на систему.

***Ключевые слова:** хранение техники, противокоррозионная защита, атмосферная коррозия, коррозионный износ, сохраняемость, показатели надежности, управляющий фактор, влияющий фактор.*

Хранение и противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники играют важнейшую роль в обеспечении сохранности и продлении срока службы техники, их узлов и деталей. Как известно, существуют три основных способа хранения: закрытый, открытый и под навесом. При хранении на открытых площадках под действием атмосферных осадков, повышенной влажности воздуха, перепадов температуры, примесей коррозионно-активных газов, солнечной радиации и технологических загрязнений металлические поверхности машин интенсивно корродируют. Наиболее часто встречающимся видом разрушения рабочей поверхности сельскохозяйственной техники, а именно машин для внесения минеральных удобрений, является атмосферная коррозия.

Характерной особенностью использования сельскохозяйственной техники вообще, и в Республике Казахстан в частности, является сезонность работы. Для многих из них доля нерабочего времени, по отношению к рабочему составляет примерно 90 % календарного года, при этом техника подвергается агрессивному внешнему воздействию различных атмосферных факторов, что вызывает изменение физических и химических свойств конструкционных материалов и, как следствие, ухудшение эксплуатационных свойств сельскохозяйственных машин.

По данным Министерства сельского хозяйства, возраст парка сельскохозяйственных машин в среднем достигает 13-18 лет, при нормативном сроке эксплуатации 8-10 лет.

Для решения этой проблемы в 2014 году сельхозтоваропроизводителями страны было приобретено 4781 единиц сельскохозяйственной техники по линии государственной поддержки сельхозпроизводителей, но обновление с учетом списания машин составило лишь 1,5% всего парка сельскохозяйственных машин. На сегодняшний день в сельское хозяйство направляются значительные субсидии и дотации с государственного бюджета, облегчено налоговое бремя, привлекаются иностранные инвесторы. Но, несмотря на все проводимые меры, в сельском хозяйстве имеются существенные проблемы. Одним из наиболее актуальных является неблагоприятное состояние парка сельхозмашин. Износ сельхозтехники в

Казахстане составляет около 80%. В результате сегодня казахстанские аграрии практически полностью зависимы от иностранных производителей. А, значит, на них самым болезненным образом отражаются катаклизмы экономики, связанные с обесцениванием национальной валюты. Даже крупные сельхозпредприятия сейчас либо замораживают планы обновления парка, либо ищут варианты дешевле.

Лидирующие позиции в поставках сельскохозяйственной техники в республику занимают Германия, Беларусь, Китай, Украина, Россия. Внутреннее производство сельскохозяйственной техники покрывает лишь 1% потребности Республики.

На фоне острой нехватки сельскохозяйственной техники, особую важность приобретают вопросы сохранения ресурса и продления срока службы действующего машинно-тракторного парка, то есть бережного отношения и обеспечения их сохранности. Большинство сельскохозяйственных машин подвергается длительному хранению в период приостановления сельскохозяйственных работ. Поэтому особое внимание уделяется их консервации с соблюдением всей технологии и требований, в целях обеспечения долговечности и сохранности. Так как при хранении неизбежно происходит их коррозионное разрушение под влиянием климатических факторов.

Таким образом, хранение сельскохозяйственной техники в межсезонный период и ее защита от коррозии являются весьма актуальными. В развитых странах мира ведется непрерывная борьба за сохранение металлоконструкции от коррозионного разрушения. Для Республики Казахстан проблема обеспечения сохранности сельскохозяйственной техники обусловлена еще и тем, что здесь используются, в основном, импортируемая техника из различных стран, которая имеет свои специфические и технологические особенности.

Хранение техники для внесения минеральных удобрений представляет собой комплекс организационных и технико-экономических мероприятий, направленных на сохранение в межсезонный период с высокой готовностью их эксплуатации в рабочих режимах [1]. Стандартом ГОСТ 27.002-83 сохранение определяется как свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и транспортирования [2]. Показателями являются средний и гамма-процентный срок сохранности. Последний определяют как срок сохранности, который будет достигнут объектом с заданной вероятностью гамма-процентов [3]. К оценочным показателям относится коэффициент сохранности машины:

$$K_{xp} = 1 - \frac{[W_o - W_x]}{W_o}$$

где W_o , W_x – значения параметров технической характеристики машины до и после хранения.

Коррозионный износ основных рабочих органов техники в период хранения усугубляет их изнашивание при пусках в работу после хранения. Увеличение интенсивности коррозионных разрушений связано с несоблюдением основных правил противокоррозионной защиты в нерабочий период. При некачественной защите долговечность некоторых деталей снижается в 1,5...3 раза, а другие детали полностью утрачивают свой ресурс и выбраковываются при ремонте.

Для снижения ущерба от коррозии рядом авторов [4, 5, 6] систематизирован комплекс методов и мероприятий, которые, по их мнению, должны обеспечить требуемые противокоррозионные качества и сохранение сельскохозяйственной техники. Система обеспечения сохранности структурно задана подсистемами, их свойствами (факторами) и связями (Рисунок 1). Объектом управления системы является некий «изоляционный барьер противокоррозионной защиты с более высокой, чем у объекта защиты, энергией активации». Этот барьер на пути негативных воздействий среды должен затормозить скорость коррозии и старения техники. Изоляционный барьер подразделяется на «конструктивный» (лакокрасочные, цинковые и другие покрытия, коррозионностойкие материалы) и «дополнительный» (консервационные материалы, герметизирующие изделия).



Рисунок 1 – Система обеспечения сохраняемости и противокоррозионной защиты

Подсистема «окружающая среда» определяет основные требования к конструкторско-технологическим особенностям техники при проектировании с учетом коррозионной агрессивности различной эксплуатационной среды. Подсистема обеспечения «конструктивного барьера» отражает сформированные при проектировании и производстве конструктивно-технологические и функциональные особенности машины, определяющие уровень ее сохраняемости и противокоррозионной защиты при эксплуатации. Подсистема обеспечения «дополнительного барьера» характеризуется уровнем обеспечения сохранности и технической оснащенности противокоррозионной защиты техники. Подсистема «потребитель-машина» отличается уровнем профессиональной подготовки специалистов, обслуживающих машину, их заинтересованностью или ответственностью за сохранность машины.

Состояние системы можно представлять в разных вариантах в учетом воздействия управляющих и негативно влияющих факторов. К негативно влияющим факторам относим неуправляемые факторы окружающей среды и условий эксплуатации, активизирующие процессы старения, коррозионно-механических разрушений и отказов. Не управляемые окружающие факторы стремятся нарушить, снизить требуемый уровень сохраняемости техники, которая может иметь два состояния.

Первое – состояние исправности и работоспособности техники $\bar{V}_1(t)$ при условии, что она имеет обусловленные технической документацией уровни надежности. При этом служебные свойства техники сохраняются вследствие доминирования управляющих факторов $\bar{V}(t)$, обеспечивающих сохраняемость, над негативно влияющими факторами $\bar{U}(t)$:

$$\bar{V}(t) > \bar{U}(t).$$

Второе – состояние отказа или неисправности $\bar{V}_2(t)$ при работоспособности техники с несоответствующими техническим условиям уровнями безотказности, ремонтпригодности или долговечности. При этом служебные свойства техники теряются вследствие разрушения негативно влияющими факторами барьера противокоррозионной защиты и нарушения сохраняемости объекта, так как

$$\bar{V}(t) < \bar{U}(t).$$

Время t_c , при котором наступило второе состояние, определяет срок сохраняемости служебных свойств машины или ее элементов.

Наличие возмущающих факторов постоянно стремится перевести систему из первого $\bar{V}_1(t)$ состояния во второе $\bar{V}_2(t)$. Управляющие факторы, в свою очередь, стремятся оставить систему в первом (работоспособном, исправном) состоянии или вернуть в него. Указанное обстоятельство предполагает наличие некоторого оптимального уровня сохраняемости служебных свойств машины.

При определении критерия $\mathcal{E}_{оп}$ оптимальности авторы исходили из того, что управляющие воздействия должны с минимальными затратами обеспечить первое состояние $\bar{V}_1(t)$ машины, когда ее безотказность долговечность и ремонтпригодность находятся на заданном уровне в течение назначенного срока хранения:

$$\mathcal{E}_{оп} = C + \Delta I_{п} + \Delta I_{з} + Y_x \rightarrow \min,$$

где C – суммарная стоимость обслуживания по обеспечению противокоррозионной защиты за нормативный срок службы;

$\Delta И_{п}$ – дополнительные затраты по обеспечению сохранности машин в сфере производства;

$\Delta И_{э}$ – дополнительные затраты в сфере эксплуатации;

$У_x$ – суммарные потери от процессов старения, коррозионно-механических разрушений и от нарушения правил хранения за срок службы.

Дополнительные затраты в сфере производства с целью совершенствования «конструктивного барьера» предложено рассчитывать по формуле:

$$\Delta И_{п} = k_1 B_m,$$

где k_1 – коэффициент пропорциональности: для техники внесения минеральных удобрений 0,01...0,03,

B_m – балансовая стоимость машины.

Дополнительные затраты в сфере эксплуатации с целью совершенствования «дополнительного барьера»:

$$\Delta И_{э} = k_2 B_m,$$

где k_2 – коэффициент пропорциональности;

Ущерб от нарушений правил хранения рассчитывается по методике [7]:

$$У_x = У_1 + У_2 + У_3,$$

где $У_1$ – ущерб от прямых коррозионных потерь металла, достигающих 5...13% общей массы машины;

$У_2$ – ущерб от возрастания затрат (до 30...40%) на техническое обслуживание и ремонт вследствие процессов коррозии и старения;

$У_3$ – ущерб от снижения срока службы машины.

Рассмотренная система обеспечения противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники описывает достаточно общие связи и факторы, влияющие на сохранность. При отсутствии нормативного механизма реализации данной системы оптимизация затрат, затрагивающая сферы производства и эксплуатации, носит научно-познавательный, в лучшем случае – рекомендательный характер для производителей техники.

Вопросы повышения уровня «конструктивного барьера» противокоррозионной защиты машин решаются ими исходя из интересов рентабельности собственного производства и конкурентоспособности выпускаемой продукции. В случае низкой эффективности «конструктивного барьера» затраты на обеспечение требуемого уровня сохранности перекладываются на пользователя (собственника) техники. Для этого в эксплуатационные документы на машину записываются правила технического обслуживания при хранении, позволяющие за счет усиления «дополнительного барьера» компенсировать недостатки «конструктивного». Разработчиков не интересуют возможности ресурсного обеспечения пользователей техники указываемыми в правилах хранения защитными материалами и техническими средствами консервации. В своей работе они опираются на действующие нормативно-технические документы, чем формально ограждают завод-изготовитель от ответственности за низкий уровень приспособленности к хранению выпускаемых машин.

Методика оптимизации показателей сохранности заключается в отыскании минимума дополнительных затрат C , связанных с техническим обслуживанием машин в процессе хранения C_x и с техническим обслуживанием и ремонтом в процессе эксплуатации C_{top} :

$$C = C_x + C_{top} \rightarrow \min.$$

Общий вид зависимости между показателем сохранности K_i и издержками на подготовку машины к хранению C_x выражается формулой:

$$C_x = f(K_i) = a_i (1 - K_i)^{b_i} + c_i,$$

где a_i, b_i, c_i – эмпирические параметры.

Текущие значения K_i и c_i определяются, в основном, расчетным путем с применением технологических карт хранения машин. Определение параметров осуществляется методом наименьших квадратов.

Очевидно, что чем полнее при подготовке машин к хранению будут выполнены

операции, обуславливающие сохранность, тем меньше окажутся затраты на техническое обслуживание и ремонт в процессе использования. Общий вид зависимости между показателем сохранности K_i и затратами на техническое обслуживание и ремонт определяется по формуле:

$$C_{\text{тор}} = A_i(1 - K_i)^{B_i} + C_i,$$

где A_i, B_i, C_i – эмпирические параметры.

В этом выражении величина параметра $B_i < 0$, что указывает на обратную связь между издержками $C_{\text{и}}$ и $C_{\text{тор}}$. После выявления зависимости между показателями K_i сохранности машин, с одной стороны, и издержками C на подготовку их к хранению, техническое обслуживание и ремонт, с другой стороны, представляется возможным провести оптимизацию показателей сохранности. Для этого отыскивается сумма дополнительных затрат:

$$C = a_i(1 - K_i)^{b_i} + A_i(1 - K_i)^{B_i} + (c_i + C_i)$$

и приравнивается нулю ее первая производная: $\frac{dC}{dK_i} = 0$.

После дифференцирования и несложных преобразований получают:

$$K_i^{\text{opt}} = 1 - \left(-\frac{a_i b_i}{A_i B_i} \right)^{\frac{1}{B_i - b_i}}$$

Так как параметр $B_i < 0$, то значение показателя K_i^{opt} , если оно находится в области действительных чисел, будет меньше единицы: $0 < K_i^{\text{opt}} < 1$. Значению показателя K_i^{opt} соответствуют минимальные дополнительные затраты C на реализацию технологий противокоррозионной защиты и ремонта составных частей машины в процессе эксплуатации.

Как показывает практика [8], обеспечение сохраняемости техники за счет привлечения дополнительных ресурсов и улучшения качества хранения способствует снижению затрат на ее ремонт на 10...15%. Это свидетельствует о возможности оптимизации затрат на хранение и ремонт машин в сфере эксплуатации. Таким образом, уровень сохраняемости сельскохозяйственной техники при эксплуатации определяют научно-технические разработки, направленные на реализации регламентов по хранению машин путем повышения эффективности методов и средств противокоррозионной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Виноградов П.А. Консервация изделий машиностроения / П.А.Виноградов. – М.: Машиностроение, 1986. – 270 с.
- 2 Надежность в технике. Термины и определения: ГОСТ 27.002-89 – Введен 01.07.1990.– Москва; Издательство стандартов, 1985. – 14 с.
- 3 Сковородин В.Я. Справочная книга по надежности сельскохозяйственной техники / В.Я.Сковородин, Л.В.Тишкин. – Л.: Лениздат, 1985. – 204 с.
- 4 Черноиванов В.И. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники / В.И.Черноиванов, А.Э.Северный, М.А.Халфин [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – Ч. II. – 420 с.
- 5 Северный А.Э. Сохраняемость и защита от коррозии сельскохозяйственной техники. /А.Э.Северный // ГОСНИТИ. – М., 1993. – 233 с.
- 6 Трибус В.Я. Комплексное обеспечение противокоррозионной защиты и сохраняемости машин. / В.Я. Трибус // Труды ГОСНИТИ. – М., 1989. – Т.88. – С.65...79.
- 7 Северный А.Э. Методика расчета ущерба от нарушения правил хранения сельскохозяйственной техники / А.Э.Северный, Е.А.Пучин, А.Р.Щукин // ГОСНИТИ. – М., 1986. – 44 с.
- 8 Северный А.Э. Справочник по хранению сельскохозяйственной техники / А.Э.Северный, А.Ф. Пацкалев, А.Л. Новиков. – М.: Колос, 1984. – 223 с.

ТҮЙІН

Бұл мақалада минералды тыңайтқыштарды енгізуге арналған ауыл шаруашылығы техникасын пайдаланбау кезеңінде атмосфералық коррозиядан сақтау және коррозиядан қорғау

жүйесін жетілдіру сұрақтары қарастырылған. Ауыл шаруашылығы техникаларының өткір тапшылығы аясында, бұл мәселені шешуге кешенді көзқарас мәселелері өте өзекті болып табылады. Ауыл шаруашылық техникасын сақтау және коррозиядан қорғау проблемаларына қатысты қолжетімді құжаттар пайдаланылған, соның ішінде Ғаламтор, әдеби материалдар мен нормативтік-құқықтық актілер бойынша бар ақпаратқа талдау жасалды.

Қазақстан Республикасында ауыл шаруашылығы техникаларын пайдаланбау кезеңінде ашық алаңдарда сақталады деп атап өтілген. Ауыл шаруашылығы техникасын сақтау және коррозиядан қорғау, талап етілетін сапасын қамтамасыз ету үшін іс-шаралар жүйелі жиынтығы анықталған. Бақылау және жүйеге кедергі келтіретін факторлардың әсері сипатталған.

RESUME

This work is devoted to questions of improvement of system of storage and anticorrosive protection of agricultural machinery for introduction of mineral fertilizers from atmospheric corrosion during non-use. Against the background of an acute shortage of agricultural machinery, its wear, questions of an integrated approach to the solution of this problem are extremely urgent. In the analysis of the existing information on problems of storage and anticorrosive protection of agricultural machinery are used: the Internet, literary materials and normative documents, including the available Ministries of Agriculture of the Republic of Kazakhstan of documents.

It is noted that during non-use the most part of agricultural machinery is stored in the Republic of Kazakhstan on the open areas. The systematized complex of methods and actions the providing required qualities of storage and anticorrosive protection of agricultural machinery which is structural is offered it is set by subsystems. The influencing managing directors and the revolting factors on system are described.