

УДК 6.31.3

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

**Бантковский В.А., доцент; Аветисян В.К., канд. техн. наук, доцент;
Завалий Н.А., студент**

*(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. Петра Василенко)*

Разработаны предложения относительно методических подходов к оценке качества текущего ремонта технологического оборудования на основе системы показателей возобновления (восстановления) его работоспособности.

Постановка проблемы. Для обеспечения нормативных показателей качества и безотказности работы технологического оборудования, техническое состояние которого существенно влияет на качество ремонта машин, применяется комплекс взаимосвязанных положений и норм, которые определяют организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования. Этот комплекс является основой системы планово-предупредительного ремонта оборудования (системы ППР). Система ППР включает ежедневные технические обслуживания (ЕТО), плановые осмотры, плановые текущий (малый), средний и капитальный ремонты [1].

При текущем ремонте технологического оборудования выполняются работы, необходимые для поддержания его в работоспособном состоянии. Назначение текущего ремонта состоит, прежде всего, в замене или восстановлении отдельных деталей (кроме базисных) и осуществлении различных технологически несложных ремонтных работ по устранению возникших в процессе эксплуатации оборудования неисправностей. Потребность в текущем ремонте, как правило, выявляется при проведении контрольно-осмотровых операций и в процессе эксплуатации. Время работы технологического оборудования между двумя капитальными ремонтами (ремонтный цикл) для разных групп оборудования разное. Трудоемкость ремонтных операций зависит от вида ремонта, конструктивных и технологических особенностей оборудования, а также от его габаритных размеров [2].

Целью исследования является формирование системы показателей позволяющих учесть влияние текущего ремонта на отдельные характеристики работы оборудования.

Во время текущего ремонта могут производиться различные электротехнические, слесарно-механические, сварочные и другие работы, а также регулировочные операции, потребность в которых может выявиться в результате контрольных осмотров. Текущий ремонт часто совмещается с

техническим обслуживанием оборудования, а также может содержать разборочно-сборочные работы, связанные с заменой в оборудовании отдельных узлов и механизмов, требующих капитального или среднего ремонта.

Анализ последних исследований и публикаций. В практике работы машиностроительных предприятий оценка качества ремонта оборудования базируется на требовании соответствия важнейших параметров отремонтированного оборудования его паспортным данным или стандартам и техническим условиям. Для каждого вида технологического оборудования существуют свои важнейшие параметры, степень восстановления которых в процессе проведения ремонта обуславливает его качество [3].

Одной из основных особенностей оценки качества текущего ремонта является необходимость ее проведения непосредственно на момент завершения ремонтных воздействий в отличие от оценки качества капитальных и средних ремонтов, основанной на длительных эксплуатационных испытаниях. Необходимость экспресс-оценки качества текущего ремонта связаны с тем, что он производится в течение срока службы оборудования многократно, в небольших объемах и не оказывает такого влияния на показатели качества отремонтированного оборудования, как капитальный или средний ремонты.

На момент проведения текущего ремонта, как правило, еще сохраняется то качество оборудования, которое было достигнуто в результате проведения предшествующих ремонтных воздействий (средних и капитальных ремонтов). На качество отремонтированного оборудования также оказывает влияние надежность конструкции самого оборудования, объем внутрицикловых затрат на техническое обслуживание и другие показатели. Некорректность и необъективность одинакового подхода к оценке качества текущих и капитальных (средних) ремонтов вытекает еще и из того, что они имеют разные цели и последствия.

Целью текущего ремонта является достижение лишь определенного, заранее заданного уровня работоспособности оборудования, позволяющего предотвратить возможный отказ в работе до проведения очередного ремонта [4].

Сравнение достигнутого уровня возобновления работоспособности с плановым позволяет достаточно объективно оценить качество произведенного текущего ремонта.

Результаты исследований. Достигнутый в процессе текущего ремонта уровень возобновления работоспособности оборудования может быть рассчитан на основе использования системы показателей, которые учитывают влияние текущего ремонта на отдельные характеристики работы оборудования. В систему таких показателей могут быть включены: уровень возобновления технической готовности оборудования $V_{ТГ}$, уровень возобновления технических параметров оборудования $V_{ТП}$ и уровень возобновления показателей надежности работы $V_{Н}$.

Уровень возобновления технической готовности оборудования позволяет оценить в какой степени по сравнению с плановой восстановилась техническая готовность оборудования после проведения текущего ремонта.

Фактический уровень возобновления технической готовности можно рассчитать как отношение фактического коэффициента возобновления технической готовности отремонтированного оборудования $K_{ТГ\phi}$ к плановому $K_{ТГп}$:

$$Y_{ТГ} = \frac{K_{ТГ\phi}}{K_{ТГп}}. \quad (1)$$

Так как текущий ремонт не предполагает возобновление технической готовности оборудования до уровня новой техники, плановое значение $K_{ТГп}$ можно определить в той доле, в какой это достигается путем проведения текущего ремонта:

$$K_{ТГп} = K \cdot K_{ТГн}, \quad (2)$$

где K - коэффициент, определяющий долю возобновления технической готовности нового оборудования в процессе текущего ремонта (зависит от порядкового номера текущего ремонта);

$K_{ТГн}$ - коэффициент технической готовности нового оборудования, вычисляемый в соответствии с действующими стандартами.

Коэффициент технической готовности нового оборудования можно определить по формуле:

$$K_{ТГн} = \frac{T_H}{T_H + T_{ВПн}}, \quad (3)$$

где T_H - средняя наработка нового оборудования на один отказ за период времени до первого планового ремонта, ч/отказ;

$T_{ВПн}$ - среднее время вынужденного простоя нового оборудования в плановом ремонте, вызванного отысканием и устранением одного отказа за это же время, ч/отказ.

Фактический коэффициент технической готовности оборудования можно определить из выражения:

$$K_{ТГ\phi} = \frac{T_\phi}{T_\phi + T_{ВП\phi}}, \quad (4)$$

где T_ϕ - средняя фактическая наработка на один отказ за период времени до очередного планового ремонта оборудования, ч/отказ;

$T_{ВП\phi}$ - среднее фактическое время вынужденного простоя оборудования в неплановом ремонте, вызванного отысканием и устранением одного отказа за это время, ч/отказ.

Данные необходимые для расчета показателей, характеризующих степень возобновления работоспособности отремонтированного оборудования, необходимо брать не за весь ремонтный цикл его эксплуатации, а только за ту его часть ремонтного цикла, в течении которой сохраняется качество отремонтированного

оборудования, достигнутое в результате проведения текущего ремонта, а именно до очередного планового (капитального, среднего, текущего) ремонта.

Следующий основной показатель – уровень возобновления технических параметров оборудования $У_{ТП}$ может быть определен как отношение фактического $K_{ТП\phi}$ к плановому $K_{ТПп}$ коэффициенту возобновления технических параметров (характеристик) оборудования:

$$У_{ТП} = \frac{K_{ТП\phi}}{K_{ТПп}}. \quad (5)$$

Фактический коэффициент возобновления технических параметров отремонтированного оборудования:

$$K_{ТП\phi} = \frac{I_{\phi}}{I_{п}}, \quad (6)$$

где I_{ϕ} , $I_{п}$ - фактический и плановый индексы возобновления технических параметров (характеристик) отремонтированного оборудования (совокупность фактических и плановых уровней возобновления отдельных единичных i -х параметров отремонтированного оборудования):

$$I_{\phi} = \sum_{i=1}^n K_{i\phi}; \quad (7)$$

$$I_{п} = \sum_{i=1}^n K_{iп}, \quad (8)$$

где $K_{i\phi}$ - фактический уровень возобновления единичных параметров отремонтированного оборудования (соотношение фактического значения показателя и значения по паспортным данным на новое оборудование);

$K_{iп}$ - плановый уровень возобновления единичных параметров отремонтированного оборудования (соотношение расчетного (планового) значения показателя и значения по паспортным данным на новое оборудование);

n - количество основных технических параметров (характеристик), по которым оценивается качество текущего ремонта оборудования.

Плановый коэффициент возобновления технических параметров $K_{ТПп}$ показывает, в какой степени должны быть возобновлены параметры нового оборудования:

$$K_{ТПп} = \frac{I_{п}}{I_{н}}, \quad (9)$$

где $I_{н}$ - индекс возобновления параметров отремонтированного оборудования до значения паспортных данных на новое оборудование.

Еще одним показателем, на основании которого можно судить о возобновлении работоспособности оборудования в результате проведения текущего ремонта, является уровень возобновления показателей надежности работы оборудования $У_{н}$:

$$y_H = \frac{I_{Д\phi} \cdot I_{Б\phi} \cdot I_{Р\phi}}{I_{Дп} \cdot I_{Бп} \cdot I_{Рп}}, \quad (10)$$

где $I_{Д\phi}$, $I_{Дп}$ - фактический и плановый индексы возобновления долговечности оборудования;

$I_{Б\phi}$, $I_{Бп}$ - фактический и плановый индексы возобновления безотказности в работе оборудования;

$I_{Р\phi}$, $I_{Рп}$ - фактический и плановый индексы возобновления ремонтпригодности оборудования.

Возобновление долговечности работы оборудования характеризуется степенью возобновления его ресурса:

$$I_{Дп} = \frac{R_{п}}{R_{н}}, \quad (11)$$

$$I_{Д\phi} = \frac{R_{\phi}}{R_{п}}, \quad (12)$$

где $R_{п}$ - плановый ресурс работы ремонтируемого оборудования за период до очередного планового ремонта, ч;

$R_{н}$ - ресурс работы нового оборудования в первом межремонтном периоде, ч;

R_{ϕ} - фактический ресурс работы оборудования за период до очередного планового ремонта, ч.

Безотказность в работе оборудования характеризуется средней наработкой на отказ:

$$I_{Бп} = \frac{T_{пр}}{T_{н}}, \quad (13)$$

$$I_{Б\phi} = \frac{T_{\phi}}{T_{пр}}, \quad (14)$$

где $T_{пр}$ - прогнозируемая (планируемая) средняя наработка на отказ за период до очередного планового ремонта, ч;

$T_{н}$ - средняя наработка на отказ нового оборудования до первого планового ремонта, ч;

T_{ϕ} - фактическая средняя наработка на отказ за период до очередного планового ремонта, ч.

Фактическую среднюю и прогнозируемые наработки на отказ можно определить по формулам:

$$T_{\phi} = \frac{T_{с\phi}}{n_{\phi}}, \quad (15)$$

где $T_{с\phi}$ - суммарная фактическая наработка оборудования за период до следующего планового ремонта ч;

n_{ϕ} - фактическое количество внезапных отказов оборудования за тот же период;

$$T_{IP} = e^{\lambda T_u} \quad (16)$$

где $e = 2,7182\dots$;

λ - частота отказов оборудования в единицу времени;

T_u - период работы оборудования, на который делается прогноз;

$$\lambda = \frac{1}{T}, \quad (17)$$

где T - фактическая средняя наработка на отказ за предшествующий межремонтный период, ч/отказ.

Средняя наработка на отказ нового оборудования T_H может быть определена как отношение суммарной фактической наработки нового оборудования за период до первого планового ремонта к количеству внезапных отказов оборудования за тот же период.

Для исследования ремонтпригодности оборудования используют чаще всего такие показатели как вероятность выполнения ремонтных операций в заданное время, среднее время выполнения ремонтных работ и др. [3]. Анализ существующих показателей характеризующих ремонтпригодность оборудования позволяет сделать вывод о том, что наиболее объективным из них является такой показатель как средняя стоимость технического обслуживания за период до очередного планового ремонта. Индекс ремонтпригодности можно рассчитать следующим образом:

$$I_{P_{II}} = \frac{S_{II}}{S_H}, \quad (18)$$

$$I_{P_{\Phi}} = \frac{S_{\Phi}}{S_{II}}, \quad (19)$$

где S_{II} , S_{Φ} - средняя плановая и фактическая стоимость технического обслуживания за период до очередного планового ремонта;

S_H - средняя стоимость технического обслуживания нового оборудования в первом цикле эксплуатации до первого текущего ремонта.

Приведенная выше система показателей не исчерпывает все многообразие существующих показателей для оценки качества текущих ремонтов технологического оборудования. Однако они в наибольшей степени отражают цели, которые ставит перед собой текущий ремонт технологического оборудования.

Выводы:

1. Существенной особенностью оценки качества текущего ремонта оборудования является необходимость ее проведения непосредственно на момент завершения ремонтных воздействий в отличие от оценки качества капитальных и средних ремонтов, основанной на продолжительных эксплуатационных испытаниях.

2. Необходимость экспресс-оценки качества текущего ремонта связана с тем, что он проводится многократно в течение срока службы оборудования, в

небольшом объеме и не оказывает такого влияния на показатели качества, как капитальный и средний ремонты.

3. Нецелесообразность одинакового подхода к оценке качества текущих и капитальных (средних) ремонтов вытекает из того, что они имеют разные цели и последствия.

4. Показатели, невошедшие в систему, такие, как восстановление технологической точности, жесткости и другие, в большей степени характеризуют воздействие капитального (среднего) ремонта.

5. Показатели, включенные в систему, в своей совокупности, в наибольшей степени отражают цели, которые ставит перед собой текущий ремонт, а потому достаточно взвешенно и объективно характеризуют уровень возобновления (восстановления) утраченной работоспособности отремонтированным технологическим оборудованием.

6. На основе предложенной в статье методики могут быть созданы эффективные системы планирования и экономического стимулирования работы ремонтно-обслуживающих подразделений и предприятий технического сервиса.

Список литературы:

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник /О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, Т.С.Скобло, О.В.Тіхонов та ін.; За ред. проф. О.І.Сідашенка, О.А.Науменка. – 2-е вид. перероб. доп. – Х.: «Міськдрук», 2014 – 741 с.

2. Экономика технического сервиса на предприятиях АПК /Ю.А.Конкин, К.З.Бисултанов, М.Ю.Конкин и др.; Под ред. Ю.А.Конкина. – М.: Колос С, 2006 – 368 с.

3. Экономическая оценка качества ремонта оборудования /К.И.Мельникова. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. ун-те, 1992. – 192 с.

4. Шухгалтер Л.Я. Управление качеством машин. М.: Машиностроение, 1997. – 96 с.

Анотація

Оцінка якості поточного ремонту обладнання

Бантковський В.А., Аветісян В.К., Завалій М.А.

Розроблено пропозиції відносно методичних підходів до оцінювання якості поточного ремонту технологічного обладнання на основі системи показників відновлення його працездатності.

Abstrakt

Assessment of quality of maintenance of equipment

Bantkovsky V., Avetisyan V., Zavaliy N.

Proposals regarding methodologies for assessing the quality of maintenance of process equipment based on the scorecard renewal of his capacity for work.