

СЕКЦИЯ 4. НОВАЦИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО
КОМПЛЕКСА

УДК 658.581

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ПЫЛЬНЫХ
ПОМЕЩЕНИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Бондарчук О.В., к.т.н.,

Селюк Ю.Н.

*Белорусский государственный аграрный технический университет, г.
Минск, Беларусь*

Аннотация. В статье представлены результаты аналитических исследований термического сопротивления теплопередаче корпуса электрооборудования, размещенного в пыльных помещениях предприятий АПК, и рекомендации по корректировке периодичности технического обслуживания.

Ключевые слова: электрооборудование, техническое обслуживание, периодичность, термическое сопротивление теплопередаче, пыль, модель.

Постановка проблемы. В настоящее время сельскохозяйственные предприятия по своему техническому оснащению приближены к промышленным. Следовательно, значительно повысились требования к организации и проведению работ по эксплуатации электрооборудования предприятий АПК.

Вопросы эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь

регламентированы литературой [1]. Указанный документ содержит сведения: о составе работ по техническому обслуживанию (ТО), текущему (ТР) и капитальному ремонту (КР) основных видов электрического и теплотехнического оборудования; о периодичности и трудоёмкости выполнения работ; о нормах расхода материалов и складских запасах. Однако, упомянутая система базируется на принципах планово-профилактического выполнения работ без учёта фактического состояния электрооборудования и влияния условий эксплуатации на периодичность выполнения работ по ТО и ТР.

Основные материалы исследования. Работы по ТО практически всех видов электрооборудования и средств автоматизации предусматривают очистку от загрязнений. Однако периодичность выполнения обслуживания устанавливается практически без учёта параметров воздушной среды, в которой оно установлено, в частности, концентрация пыли и других загрязняющих веществ.

Загрязнение корпусов и вентиляторов электрических машин значительно ухудшает условия их охлаждения, что может привести к перегреву и повреждению электрической изоляции. Оседание пыли на корпус и рассеиватель осветительного прибора ухудшает его теплоотдачу, а также значительно снижает световой поток и, как следствие, освещённость рабочей поверхности.

Нами выполнена разработка базовой модели процесса оседания пыли с определением ее массы [2], которая была нами модифицирована и имеет вид:

$$M_{oc} = K1 \cdot K2 \cdot C_{п} \cdot S \cdot w_{oc} \cdot t, \quad (1)$$

где $K1$ – коэффициент, учитывающий вид ограждающей поверхности помещения (для пола $K1=0,85$, стен $K1=0,1$, потолка $K1=0,05$); $K2$ – коэффициент, учитывающий высоту установки электрооборудования над полом (принято $K2=1$); $C_{п}$ – концентрация пыли в помещении, мг/м³; S – площадь поверхности осаждения, м²; w_{oc} – скорость

оседания пыли, м/с; t – время оседания пыли, с.

Скорость оседания определяется по формуле [2]:

$$w_{oc} = \frac{g \cdot (\rho_{ч} - \rho_{в}) \cdot d_{ч}^2}{18 \cdot \mu}, \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения, м²/с; $d_{ч}$ – эффективный диаметр частиц, м; $\rho_{ч}$ – средняя плотность частиц, кг/м³; $\rho_{в}$ – плотность воздуха, кг/м³; μ – динамическая вязкость воздуха, Па·с.

После нахождения массы пыли определили толщина ее слоя, а также термическое сопротивление теплопередаче.

В качестве объекта принято зерноперерабатывающее предприятие. Основными источниками запылённости на указанном предприятии являются механизмы ударного действия [3].

В зависимости от размера частиц пыль разделяют на крупнодисперсную (от 50 до 250 мкм), среднедисперсную (от 10 до 50 мкм), мелкодисперсную (менее 10 мкм). При моделировании процесса осаждения пыли мелкодисперсная фракция не рассматривалась, поскольку частицы размером до 10 мкм обладают низкой скоростью оседания и, как правило, находятся в воздухе во взвешенном состоянии. В расчётах учитывали фракции размером 10, 50 и 150 мкм.

Численное моделирование выполняли для трёх видов электрооборудования: асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором марки АИР112М4 мощностью 5,5 кВт, установленный на полу, площадь поверхности осаждения пыли 0,134 м²; светодиодный светильник SPP-3-50-4К-М мощностью 50 Вт, смонтированный на потолке, площадь 0,09 м²; щит силовой ЩМП-5-0 размерами 1000х650х350 мм, установленный на стене, площадь поверхности 1,578 м².

Моделирование предусматривало размещение указанного оборудования в подготовительном, размольном отделении и отделении готовой продукции. Средние концентрации пыли за смену приняты соответственно 57,5 мг/м³, 71,1 мг/м³, 32,5 мг/м³ [3].

Гранулометрический состав пыли принимали по данным [4]. В расчётах приняты: режим работы оборудования – двухсменный; период расчёта – 3 месяца (2160 ч); плотность воздуха – 1,2 кг/м³, кинематическая вязкость воздуха – 18,5·10⁻⁶ Па·с; плотность частиц средняя – 1500 кг/м³; средняя плотность пыли – 500 кг/м³; коэффициент теплопроводности пыли – 0,15 Вт/(м·К). Результаты моделирования процесса осаждения пыли представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Толщина слоя пыли, осаждаемой на электрооборудовании.

Наименование помещения	Толщина слоя пыли, м		
	электродвигатель	светильник	силовой шкаф
Подготовительное отделение	0,040	0,0024	0,0047
Размольное отделение	0,02221	0,0013	0,0026
Отделение готовой продукции	0,0087	0,0005	0,0010

Результаты оценки теплоизолирующего действия загрязнений приведены в таблице 2. При этом приняты: толщина корпуса электродвигателя – 5,3 мм (серый чугун), светильника – 0,5 мм (сталь), шкафа – 1,4 мм (сталь). Коэффициенты теплопроводности: 58 Вт/(м·К)– для стали, 60 Вт/(м·К)– для чугуна, 0,15 Вт/(м·К)– для пыли.

Таблица 2 – Влияние загрязнения на сопротивление теплопередаче

Наименование электрооборудования	Термическое сопротивление корпуса R ₀ , м ² ·К/Вт	Термическое сопротивление слоя пыли R ₁ , м ² ·К/Вт	Кратность R ₁ /R ₀
Подготовительное отделение			
электродвигатель	8,8·10 ⁻⁵	0,267	3034,1
светильник	9·10 ⁻⁶	0,016	1777,8
силовой шкаф	2,4·10 ⁻⁵	0,031	1291,7
Размольное отделение			
электродвигатель	8,8·10 ⁻⁵	0,147	1670,5
светильник	9·10 ⁻⁶	0,009	1000
силовой шкаф	2,4·10 ⁻⁵	0,017	708,3
Отделение готовой продукции			
электродвигатель	8,8·10 ⁻⁵	0,058	659,1
светильник	9·10 ⁻⁶	0,003	333,3
силовой шкаф	2,4·10 ⁻⁵	0,007	291,7

Выводы. При нормативной периодичности ТО толщина слоя пыли, осевшей на поверхности устройств от 0,0005 до 0,04 м. А сопротивление теплопередаче слоя пыли в 300...3000 раз превышает величину для незагрязнённого оборудования. То есть происходит значительное ухудшение условий охлаждения электрооборудования, вызывающее его перегрев.

Полученные при моделировании результаты свидетельствуют о необходимости корректировки периодичности ТО электрооборудования с учётом условий его эксплуатации (концентрации и состава пыли в воздухе помещения).

Список использованных источников

1 Система организации технического обслуживания машин и технологических комплексов в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь : пособие / под ред. В. Г. Самосюка. – Минск : ИПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 685 с.

2. Мартынов Д. Ю. и др. Расчётное моделирование изменения концентрации пылевых частиц внутри помещения в условиях применения вентиляции и воздухоочистителей // Международный научно-исследовательский журнал, № 11 (125), 2022. – С. 1-9.

3. Чепелев Н. И. Теоретические предпосылки снижения уровня запылённости воздуха при производстве комбикормов / Н. И. Чепелев, С. Н. Орловский, И. Н. Чепелев // Вестник КрасГАУ, № 8, 2012. – С. 210-215.

4. Чеботарева А. В. Особенности распределения воздушных и пылевых потоков на зерноперерабатывающих предприятиях / А. В. Чеботарева, В. Л. Касперович, Г. Б. Зинюхин // Вестник ОГУ, № 4, 2006. – С. 151-156.