

СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЁТОМ СЕЗОННОГО ХАРАКТЕРА РАБОТЫ

А.А. Грибанов

В статье рассматриваются особенности сезонной эксплуатации электрооборудования на сельскохозяйственных предприятиях. Представлены четыре стратегии обеспечения эксплуатационной надёжности сельскохозяйственного электрооборудования и приведены варианты реализации этих стратегий с учётом постоянной и сезонной работы.

Ключевые слова: электрооборудование, сезонная работа, надёжность, диагностика, техническое обслуживание.

Большинство сельскохозяйственных работ проводится в течение календарных промежутков времени, отличающихся наиболее благоприятными условиями для производства каждого вида продукции [1].

Например, выращивание растений производится в летний период, наиболее подходящий для вегетации. В другое время, например, зимой, можно выращивать сельскохозяйственные растения, но в тепличных условиях. Затраты при этом резко возрастают, в связи с чем технологии выращивания в закрытом грунте используются лишь для ряда культур. В летний период сельскохозяйственных животных выгоняют на выпас на предназначенные для этого пастбища. Противоположным этому в животноводстве является стойловый период, когда сельскохозяйственные животные находятся непрерывно в предназначенных для этого помещениях. Таким образом, следует заключить, что все проводимые работы в сельском хозяйстве имеют циклический характер и зависят от природно-климатических условий.

Одним из основных понятий, характеризующих проводимый комплекс работ в сельском хозяйстве в тот или иной период времени, является «сезон». В толковых словарях помимо природно-климатического смысла отражается также и технический смысл, заложенный в этом понятии. Он заключается в обозначении части года, подходящей для какой-либо деятельности, работы [2]. Таким образом, следует отметить, что работы в сельском хозяйстве носят сезонный характер.

Для выполнения тех или иных работ на сельскохозяйственных предприятиях широко

используются машины и оборудование. Сельскохозяйственное электрооборудование можно разделить на две большие группы:

- электрооборудование сельскохозяйственных потребителей (электроприёмники);
- силовое питающее электрооборудование.

Наиболее распространёнными видами электрооборудования первой группы являются [3]: трехфазные асинхронные электродвигатели, нагревательное оборудование (электродные нагреватели, электроводонагреватели, установки диэлектрического и индукционного нагрева), оборудование для освещения и облучения. В отдельную группу необходимо выделить электронное оборудование систем управления. Также следует отметить, что при разработке новой техники начинает использоваться специфическое электрооборудование (например, линейные асинхронные, вентильные, шаговые, синхронные двигатели).

К электрооборудованию второй группы следует отнести: силовые трансформаторы, коммутационные и защитные аппараты, распределительные устройства, провода и кабели.

Структурная схема сезонно используемого технологического оборудования в сельском хозяйстве представлена на рисунке 1.

В результате исследования, проведенного на сельскохозяйственных предприятиях Немецкого Национального и Поспелихинского районов Алтайского края, была выявлена структура электропотребления сезонно эксплуатируемого электрооборудования (рисунок 2).

СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ
 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЁТОМ
 СЕЗОННОГО ХАРАКТЕРА РАБОТЫ

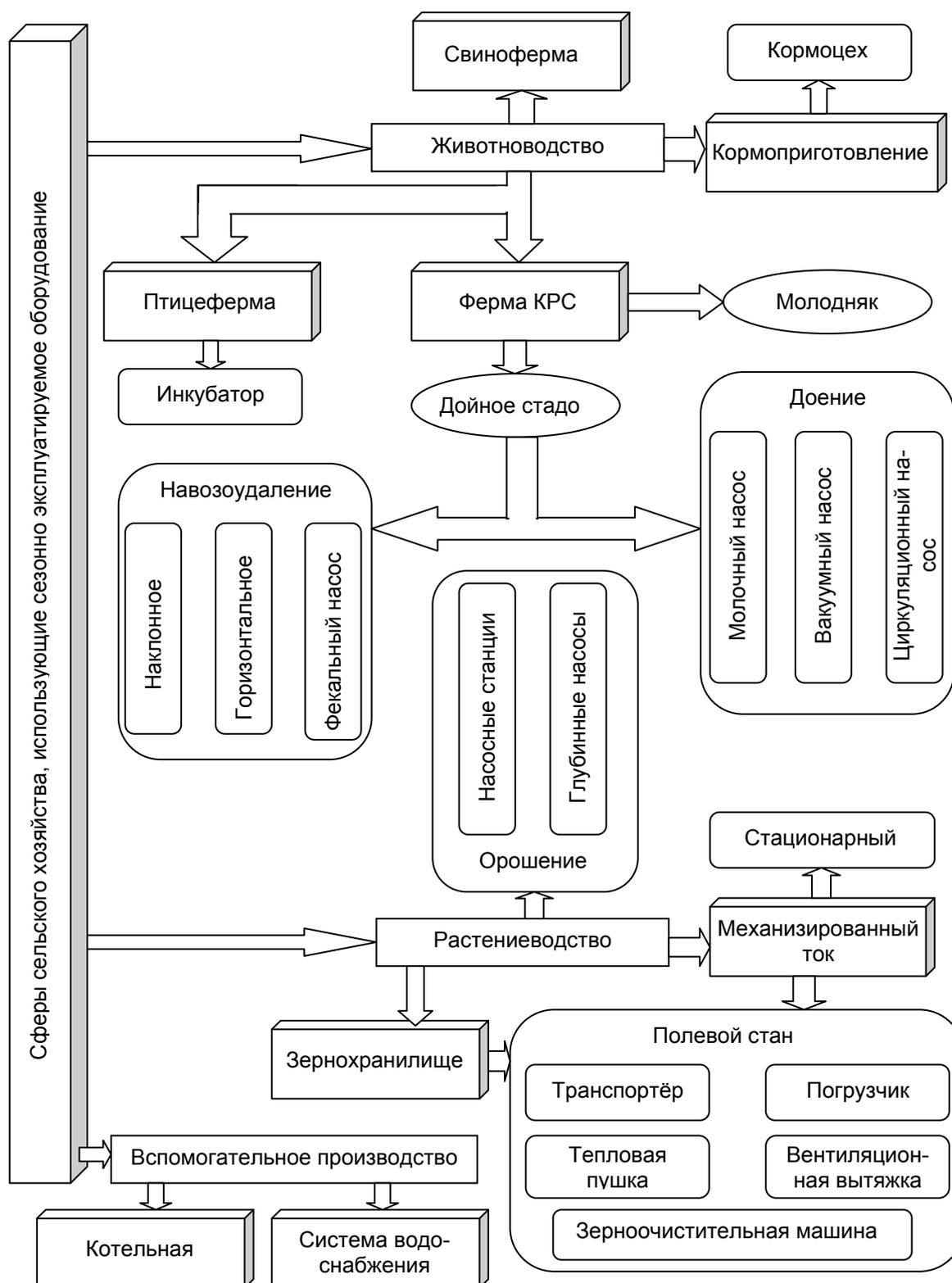
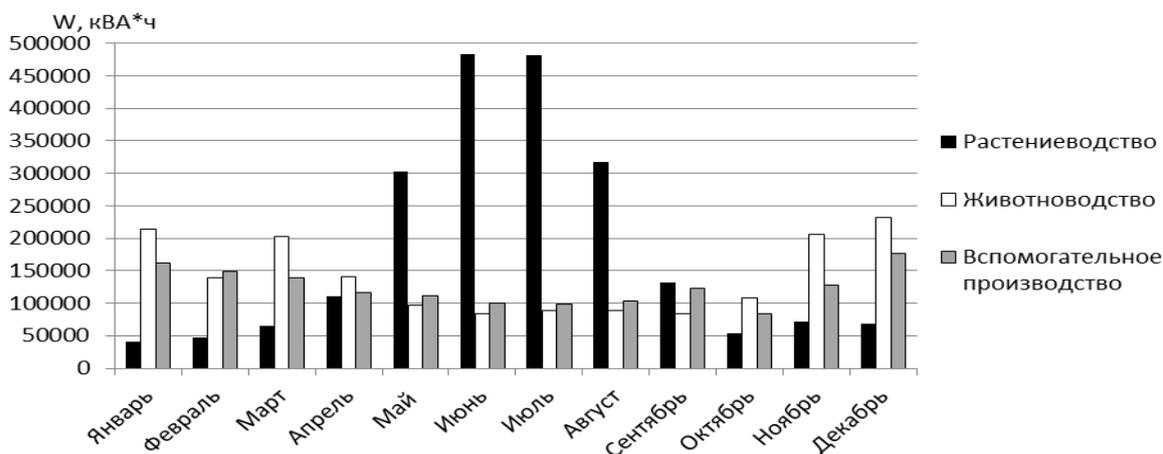
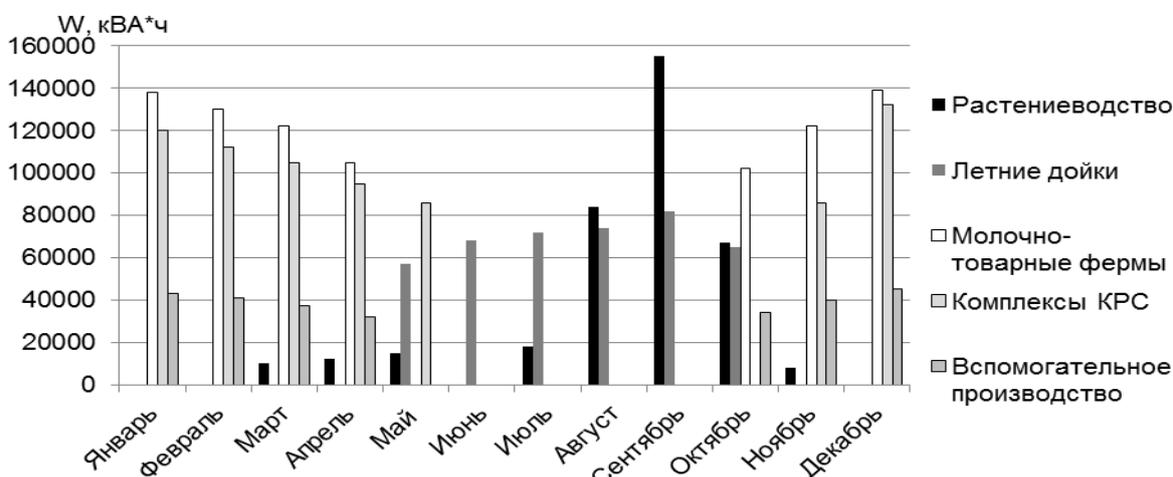


Рисунок 1 – Структура сфер сельского хозяйства, использующих сезонно эксплуатируемое оборудование

ГРИБАНОВ А.А.



а)



б)

Рисунок 2 – Структура электропотребления группы сельскохозяйственных предприятий Немецкого Национального (а) и Пospelихинского (б) районов Алтайского края

Она позволила выявить характер изменения загруженности оборудования по основным выделенным сферам сельскохозяйственного производства в течение года.

Сравнение периодов использования электрооборудования, задействованного в сфере растениеводства для Пospelихинского района и для Немецкого Национального районов, позволило сделать вывод о том, что они значительно отличаются. Это связано, прежде всего, с климатическими условиями. Для Немецкого Национального района, который отнесён к «зоне рискованного земледелия», характерны следующие климатические условия:

- степная местность;
- постоянные сухие ветра;
- очень малое количество осадков, и вследствие этого постоянные засухи.

Эти климатические условия сильно влияют на периоды использования электрооборудования в сфере растениеводства.

В отличие от периодов использования сезонного оборудования, задействованного в сфере растениеводства Пospelихинского района, для Немецкого Национального района характерно не только использования электрооборудования в периоды с марта по май и с августа по октябрь, но и загрузка электрооборудования в период с июня по август. Это объясняется постоянным орошением посевных площадей с применением электрических насосных станций, глубинных электрических насосов, оросительных установок в сельскохозяйственных артелях Немецкого Национального района.

Результаты проведённых исследований показывают, что период использования сезонного оборудования, задействованного в

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК №2/2 2011

СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЁТОМ СЕЗОННОГО ХАРАКТЕРА РАБОТЫ

сфере животноводства, отличается от периода его использования в растениеводстве. Это, в первую очередь, связано с характером и периодом использования данного оборудования. Если зимой оборудование в сфере растениеводства практически не используется, то для животноводства характерно использование оборудования круглый год, но разного. В летний период в сфере животноводства потребление электроэнергии имеет место на летних доильных площадках, в то время как стационарные животноводческие комплексы находятся на консервации. Во время межсезонья (май и октябрь) используется оборудование как стационарных, так и летних комплексов. Это связано с переводом животных в мае на летние выпаса, а в октябре – с переводом на стойловое содержание.

Вспомогательное оборудование – это котельные установки и системы водоснабжения, ремонтные мастерские и вспомогательное производство.

Для каждого хозяйства в отдельности периоды распределения использования сезонного оборудования будут иметь различный вид, что зависит от ряда факторов, таких как применяемые в хозяйстве технологии, агротехнические приёмы и методы, а также и от оборудования, которое используется в хозяйстве.

Период использования и энергопотребление сезонного оборудования, задействованного в сфере вспомогательного производства, имеют характер, схожий характером изменения этих параметров для оборудования, задействованного в сфере животноводства. Электрооборудование используется практически в те же интервалы времени, что и в сфере животноводства, но задачи, выполняемые им, существенно отличаются, особенно в зимний и летний периоды.

Условия эксплуатации сезонно используемого оборудования в различные периоды значительно отличаются друг от друга. Так, например, в осенне-зимний период условия эксплуатации характеризуются различными параметрами в зависимости от места установки электрооборудования.

В сфере животноводства для оборудования, установленного в помещениях, условия эксплуатации определяются следующими показателями:

- высокой влажностью, порой достигающей до 100%;
- резкими перепадами температур в течение суток;

– присутствием в окружающей среде примесей агрессивных газов, таких как аммиак, углекислый газ, сероводород.

Для оборудования, установленного на открытом воздухе, условия эксплуатации характеризуются следующими показателями:

- перепады температур окружающей среды;
- воздействие атмосферных явлений;
- присутствие в окружающей среде примесей агрессивных газов;
- быстрый нагрев и остывание электродвигателей [4].

В области растениеводства сезонное оборудование в осенне-зимний период практически не используется. А то оборудование, которое всё-таки используется (зернопогрузчики, зерносушилки), находится под воздействием следующих условий:

- низкая температура окружающей среды;
- высокая запылённость [5].

В сфере вспомогательного производства в зависимости от места установки электрооборудования условия могут различаться. При установке на открытом воздухе:

- перепады температуры окружающей среды;
- перепады температур самого электрооборудования вследствие нагрева;
- запылённость;
- атмосферные явления.

При установке в закрытых помещениях:

- высокая запылённость;
- токопроводящая пыль;
- перепады температур;
- перегрев некоторых узлов электрооборудования вследствие воздействия внешних факторов [5].

В весенне-летний период для используемого оборудования характерны следующие параметры окружающей среды [6, 7]:

– в сфере животноводства:

- при установке оборудования в помещениях – переменная влажность, присутствие в окружающей среде примесей агрессивных газов;

- при установке на открытом воздухе – переменная влажность, воздействие атмосферных явлений, перепады температур, присутствие в окружающей среде примесей агрессивных газов.

- в сфере растениеводства в этот период наиболее интенсивно используется сезонное оборудование и характеризуется он следующими параметрами: переменной влажностью, воздействием атмосферных явлений,

перепадами температур, высокой запыленностью.

Электрооборудование на вновь построенных (реконструированных) сельскохозяйственных предприятиях устанавливается и эксплуатируется, как правило, в помещениях, отвечающих всем требованиям, предъявляемым к эксплуатации данного оборудования. Поэтому его надёжность достаточно высока. Надёжность же оборудования, особенно эксплуатируемого сезонно, не является достаточно высокой по ряду причин.

В период интенсивной эксплуатации сезонно используемого электрооборудования контроль его работоспособности является необходимой процедурой, позволяющей в установленный срок и с требуемым качеством выполнить поставленные задачи. После завершения сезонной работы, периодически используемое электрооборудование, как правило, ставится на хранение. Возможные способы хранения в период простоя оборудования представлены на рисунке 3.

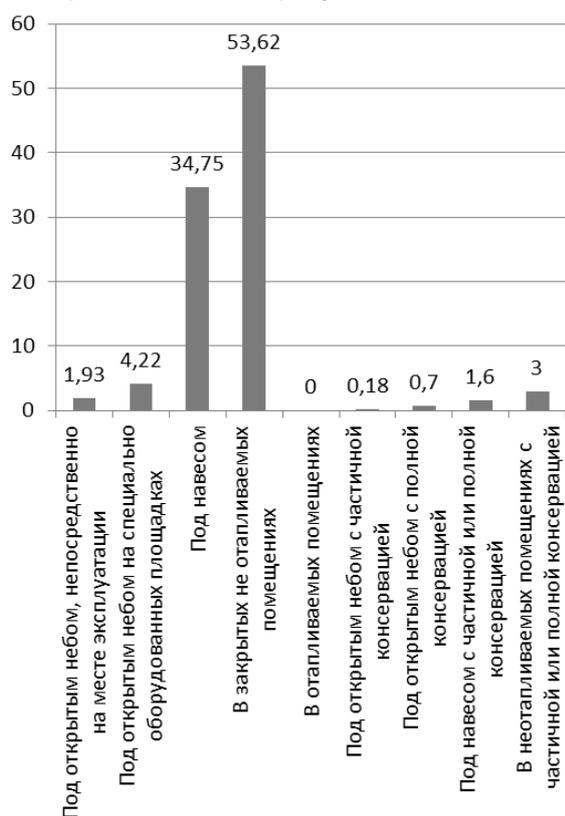


Рисунок 3 – Способы хранения электрооборудования во время сезонного простоя

Анализируя данные, приведённые на рисунке 3, можно заметить, что наибольшая часть сезонно используемого оборудования эксплуатируется и хранится в закрытых не

отапливаемых помещениях или под навесом. Более 6% оборудования хранится под открытым небом, и лишь 3% защищены полностью или частично от воздействия окружающей среды [4].

Если учесть тот факт, что изоляция электрооборудования деградирует более интенсивно при воздействии на неё влаги и резких перепадов температуры, характерных для способов хранения на открытом воздухе без консервации, то можно сделать следующие выводы:

- состояние изоляции электрооборудования сезонно используемого оборудования зависит не только от условий его эксплуатации, но и способов его хранения;
- комплекс мероприятий по обеспечению надёжности, в том числе и оценку технического состояния электрооборудования, эксплуатируемого сезонно, необходимо производить не только в процессе эксплуатации, но и после длительного простоя, то есть, перед эксплуатацией.

Для отдельных видов оборудования в целях сокращения затрат возможно изменение места эксплуатации. Наиболее мобильными в плане смены места эксплуатации являются асинхронные электродвигатели малой мощности, которые занимают значительную долю в парке сельскохозяйственного электрооборудования. При сезонной эксплуатации очень важно знать календарный план использования двигателей той или иной мощности. Для других видов оборудования изменение места эксплуатации сопряжено со значительными затратами на выполнение трудоёмких операций.

Практическое применение электродвигателей на другом месте эксплуатации имеет свой плюс. После завершения сезонной работы периодически используемое электрооборудование, как правило, ставится на хранение. Иногда хранение электродвигателей не соответствует требуемым нормам (например, под открытым небом, непосредственно на месте эксплуатации или под открытым небом с частичной консервацией), поэтому эксплуатация электродвигателей на другом месте является иногда более эффективной, чем их хранение.

С другой стороны большое значение имеет соответствие мощности и типа асинхронного двигателя с мощностью приводного механизма при эксплуатации на другом месте, а это также не всегда соблюдается.

Вышеописанный комплекс проблем, связанных с обеспечением надёжности сельско-

СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЁТОМ СЕЗОННОГО ХАРАКТЕРА РАБОТЫ

хозяйственного электрооборудования сезонной эксплуатации, в современных условиях может быть решён при дифференцированном подходе к обеспечению работоспособности различных видов электрооборудования в зависимости от различных факторов. Для этого сформулированы четыре основные стратегии обеспечения надёжности:

- экономическая;
- техническая;
- технико-экономическая;
- стратегия обеспечения надёжности со сменой места эксплуатации.

Экономическая стратегия характеризуется как вид стратегии с наименьшими финансовыми затратами. Эта стратегия обеспечения надёжности электрооборудования широко применяется на многих сельскохозяйственных предприятиях, так как требует небольших затрат на техническое обслуживание и ремонт электрических машин, а это не мало важно для многих сельскохозяйственных комплексов. Вторая причина широкого распространения данного вида стратегии – частое отсутствие высококвалифицированного обслуживающего персонала. Здесь обычно минимизируют техническое обслуживание и ремонт, а также используют малозатратную диагностику электрооборудования или обходятся без неё.

Техническая стратегия характеризуется как вид стратегии с наибольшими экономическими затратами, связанными с применением сложных по технологии видов диагностики, технического обслуживания и ремонта. Здесь используют такие виды высокотехнологичной диагностики, как тепловизионная, спектртоковая, вибродиагностика. При техническом обслуживании в данной стратегии осуществляют контроль технического состояния электродвигателей, производят их очистку, смазку, регулировку, устраняют мелкие неисправности. Делают уход за электрооборудованием, проведение осмотров, систематическое наблюдение за их работоспособным состоянием, контроль режимов работы, соблюдение правил эксплуатации, инструкций заводов-изготовителей и местных эксплуатационных инструкций. Производят периодические осмотры, проверки, а также испытания. При ремонте электродвигатели полностью разбирают, заменяют изношенные детали, собирают и проверяют их в работе. Ремонт электродвигателей в данной стратегии выполняют не на местах их установки, а на пункте технического обслуживания для более эффективного выполнения ремонта.

Использование технико-экономической стратегии – один из наиболее эффективных путей обеспечения надёжности асинхронных двигателей отдаленных предприятий. Он характеризуется высокоэффективной технологией ремонта и технического обслуживания в сочетании с рациональными затратами на реализацию данного технического обслуживания и ремонта. Здесь используют штатные средства технической диагностики (СТД), в основном предназначенные для функциональной диагностики, то есть для обычного текущего контроля технического состояния. К штатным СТД относятся все инструменты, приборы и системы контроля технического состояния, которые входят в состав имущества электротехнического персонала и находятся на его балансе: термометры, мегомметры, измерительные клещи, микрометрический мерительный инструмент, индикаторы, амперметры, вольтметры и др. Дорогостоящие методы диагностики, как, например вибродиагностика, здесь не используют.

При техническом обслуживании в данной стратегии осуществляют контроль технического состояния электродвигателей, производят их очистку, смазку, регулировку, устраняют мелкие неисправности. Производят периодические осмотры, проверки, а также испытания. При ремонте электрооборудования его разбирают, заменяют изношенные детали, собирают и проверяют их в работе. Ремонт оборудования выполняют на местах его установки, либо на пункте технического обслуживания.

Широко применяется и ещё один вид стратегии обеспечения надёжности асинхронных двигателей сельскохозяйственных предприятий. Это стратегия, связанная со сменой места их эксплуатации.

Эффективность этой стратегии объясняется тем, что лучшим вариантом считается смена места эксплуатации электродвигателя в период межсезонья, чем хранение его на месте эксплуатации.

Это говорит о том, что при хранении на открытом воздухе на электродвигатель и, особенно на его обмотку и подшипниковый механизм оказывают негативное влияние: переменная влажность, воздействие атмосферных явлений, перепады температур, присутствие в окружающей среде примесей агрессивных газов и наличие пыли в окружающем воздухе. А это напрямую влияет на срок службы данного двигателя. Поэтому и рекомендуется менять место его эксплуатации в течение года, чем хранить в условиях,

способствующих негативному влиянию на узлы двигателя. Можно отметить и еще один плюс при применении данного вида стратегии. В момент, когда двигатель сменяет место эксплуатации, проводят его диагностику, техническое обслуживание и ремонт, делают осмотры и испытания. Испытания проводят обязательно для того, чтобы выявить соответствует ли мощность приводного механизма нового места эксплуатации с мощностью данного электродвигателя. И после испытания оценивают возможные дефекты в случае перегрузки или недогрузки асинхронного двигателя.

Для всего комплекса сельскохозяйственного электрооборудования с учётом вышеиз-

ложенного сформирована система направлений реализации указанных стратегий обеспечения эксплуатационной надёжности, которая приведена на рисунке 4. Она включает в себя разделение оборудования на постоянно используемое и сезонно используемое.

В отношении постоянно используемого оборудования число вариантов организации мероприятий по обеспечению надёжности электрооборудования ограничивается четырьмя вариантами, которые включают все используемые на практике формы его технического сервиса на сельскохозяйственных предприятиях.

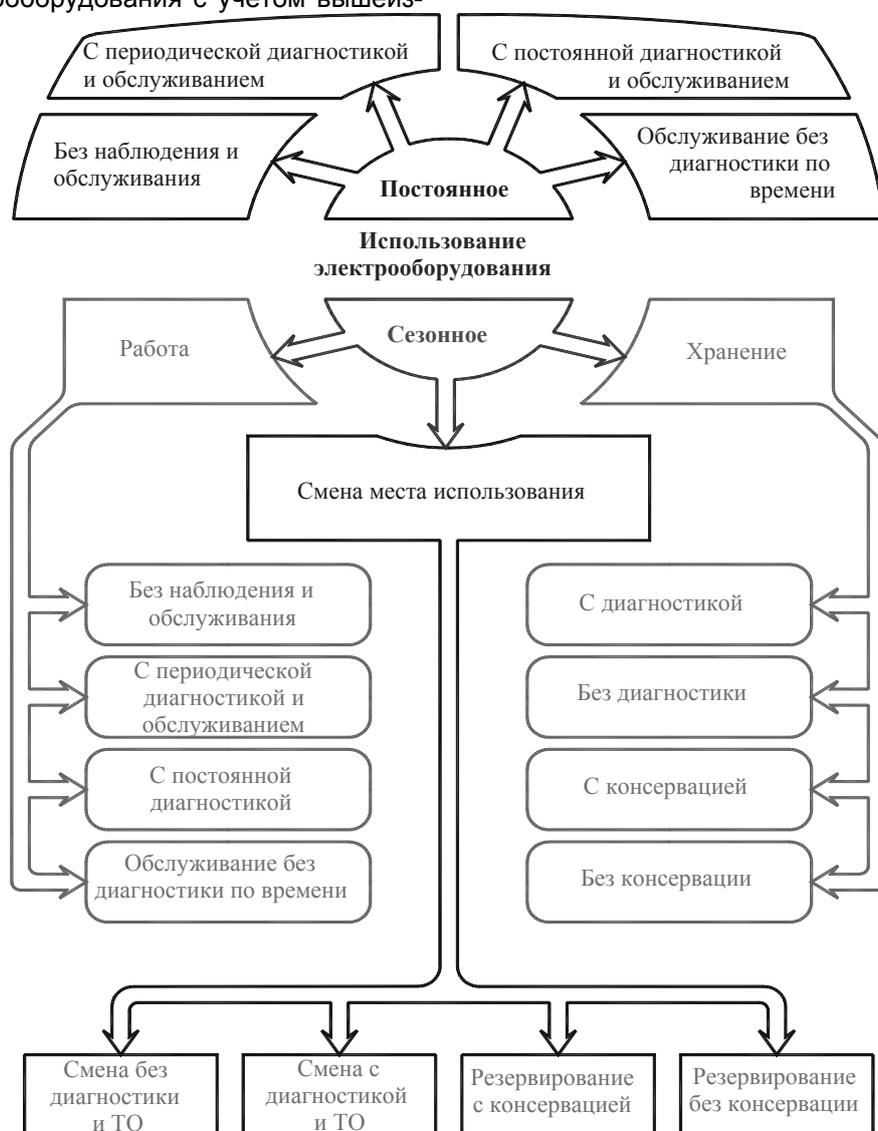


Рисунок 4 – Структура вариантов реализации стратегий обеспечения надёжности сельскохозяйственного электрооборудования

СТРАТЕГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЁТОМ СЕЗОННОГО ХАРАКТЕРА РАБОТЫ

В отношении сезонного оборудования выделяются три состояния: работа, хранение и работа на другом месте эксплуатации. Для каждого состояния выделены четыре варианта реализации в соответствии с вышеописанными стратегиями.

Практическое применение разработанных стратегий возможно на двух уровнях:

- уровень технологического процесса;
- уровень предприятия.

Уровень технологического процесса предполагает оценку необходимого уровня надёжности электрооборудования, осуществляющего подвод электроэнергии к технологическому оборудованию и её преобразование в требуемый вид энергии для осуществления технологического процесса производства продукции. Основным показателем, который позволит принять решение об использовании той или иной стратегии, являются приведённые затраты, определяемые как сумма ущерба от выхода электрооборудования из строя и эксплуатационных расходов. Разработанная методика выбора стратегии обеспечения надёжности электрооборудования основана на необходимости расчёта приведённых затрат при использовании всех возможных вариантов реализации стратегий для каждого технологического процесса и выборе варианта, в котором приведённые затраты окажутся минимальными.

На уровне предприятия стратегии обеспечения надёжности электрооборудования могут учитываться при составлении краткосрочных и среднесрочных планов развития предприятия в зависимости от наличия свободных финансовых средств и видения руководством миссии, цели конкретной сельскохозяйственной организации и путей их достижения. В настоящее время понимание необходимости наличия миссии на предприятиях сельскохозяйственной сферы, как правило, отсутствует. Целью существования таких предприятий является выживание и, при благоприятных погодных условиях и ситуации на рынке в текущем году, получение прибыли. Поэтому в подавляющем большинстве случаев на данном уровне реализуется экономическая стратегия обеспечения надёжности электрооборудования. Но инвестиции в обновление парка технологического оборудования, которые имели место в течение ряда

последних лет, благоприятным образом скажутся на надёжности электрооборудования и свидетельствуют о понимании руководителями важности решения проблем в этой области.

Поэтому можно сделать вывод, что использование на уровне предприятия предлагаемой системы стратегий обеспечения надёжности электрооборудования ввиду сложной зависимости от большого количества внешних факторов будет затруднено. Однако применение её на уровне технологического процесса позволит решить основные задачи, стоящие перед электротехнической службой сельскохозяйственного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгачева, В.С. Растениеводство [Текст]: учеб. Пособие/ В.С. Долгачева/ – М.: Академия, 1999. – 364 с. : ил.
2. Большой толковый словарь русского языка [Текст] / Рос. АН, Ин-т лингвист. исслед. – СПб. : Норинт, 2000. – 1535 с.
3. Дайнеко, В.А. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий: учебное пособие [Текст] / В.А. Дайнеко, А.И. Ковалинский. – Минск: Новое знание, 2008. – 320 с.
4. Губин, И.Б. Предэксплуатационная диагностика и моделирование состояния изоляции электродвигателя сезонно-эксплуатируемого оборудования в сельском хозяйстве [Текст]: дис.... канд. техн. наук / И.Б. Губин. – Барнаул, 2003. – 128 с.
5. Левачев, А.В. Диагностика изоляции асинхронных электродвигателей на основе использования параметров схемы замещения обмоток [Текст]: дис. ... канд. техн. наук/ А.В. Левачев. – Барнаул, 2002. – 144 с.
6. Грибанов, А.А. Обоснование параметров технологических процессов пропитки и сушки изоляции асинхронных электродвигателей, используемых в агропромышленном комплексе [Текст]: дис.... канд. техн. наук / А.А. Грибанов. – Барнаул, 2001. – 168 с.
7. Сырых, Н.Н. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования в сельскохозяйственном производстве [Текст] / Н.Н. Сырых, С.А. Калмыков. – М.: Росагропромиздат, 1992. – 125 с.: ил.

Грибанов А.А., к.т.н., доцент, кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий», АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8(3852) 29-07-76, E-mail: diread@mail.ru