

чего дальнейшее увеличение мощности разряда приводит к бо- интенсивному его испарению.

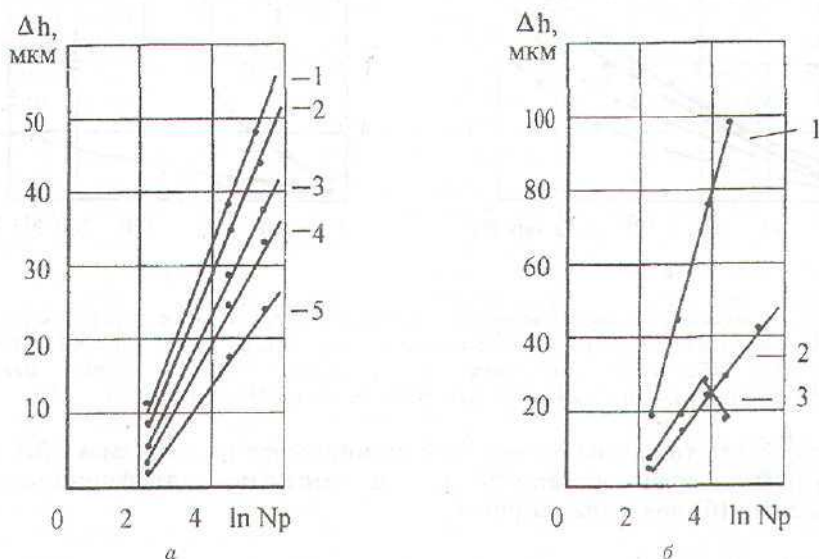


Рисунок 5 - Линейная аппроксимация функции $\Delta h_{э,с} = f(\ln Np)$: а - твердые износостойкие материалы (1 - Т15К6, 2 - ВК8, 3 - хром, 4 - молибден, 5 - вольфрам); б - мягкие антифрикционные металлы (1 - олово, 2 - медь, 3 - индий)

Таким образом, на основании проведенных экспериментальных работ установлены закономерности зависимостей основных качественных характеристик легированного слоя от технологических параметров процесса ЭЭЛ с использованием электродов как из твердых износостойких, так и мягких антифрикционных материалов. Определенные зависимости позволят в дальнейшей работе создавать комбинированные электроэрозионные покрытия с требуемыми эксплуатационными характеристиками.

SUMMARY

The regularities of dependence of parameters of electric-erosion alloyed layers on technological parameters of process were determined.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарельник В.Б. Комбинированные технологии электроэрозионного легирования. - К.: Техника, 1997. - 128с.

Поступила в редколлегию 20 ноября 1998 г.

УДК 621.548

ОДИН ИЗ ВАРИАНТОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ

И.Н. Кощиченко, мл.науч.сотр.

Современное производство ветроустановок (ВЭУ) должно предполагать и наличие рынка сбыта. Для ветроустановок малой мощности $P < 50$ кВт потенциальными покупателями, в первую очередь, могут быть

фермерские хозяйства, число которых в последнее время значительно выросло. Естественно, что вопросы реализации ветроустановок не ограничиваются кругом фермерских хозяйств. Так, вероятными покупателями и потребителями являются небольшие перерабатывающие заводы, находящиеся в удаленных от центрального энергоснабжения местах, мобильные сезонные бригады (выездные рабочие станции) и др. Ветроустановки малой мощности в отличие от ветроустановок большой и средней мощности, работающих на электросеть, предназначены для обеспечения электроэнергией рядовых потребителей, испытывающих либо по экономическим, либо по техническим причинам энергетические проблемы.

Как известно, электроэнергия - наиболее универсальная и доступная форма энергии. Первым вопросом, возникающим при разработке ВЭУ под конкретного потребителя, является вопрос о предполагаемых размерах ветра ветроустановки. Эти размеры определяются, исходя из требуемого количества электроэнергии. Поскольку скорость ветра, а следовательно, и вырабатываемая энергия - величины стохастические, использование ветроустановки без аккумулирующих устройств нецелесообразно. Ветроустановки без аккумулирующих устройств имеют право на жизнь лишь при комбинировании ВЭУ с дизель-генератором, солнечной батареей или другим источником энергии. Естественно, что отсутствие комбинирования энергии приведет к перерасходу горючего дизель-генератора. Поэтому, очевидно, единственным приемлемым вариантом является использование ветроустановки с аккумулирующими устройствами.

Естественно, что потребитель заинтересован в качественной электроэнергии (220 В, 50 Гц). Получить электроэнергию со стабильной частотой можно либо с помощью фиксации частоты вращения ротора ветроустановки на определенном значении, либо необходимо преобразовывать частоту уже выработанной электроэнергии. Зачастую целесообразность стабилизации частоты вращения доказывают необходимостью выработки электроэнергии с промышленной частотой (50 Гц). Однако аэромеханическая стабилизация в большинстве случаев не дает требуемой по ГОСТу 13109-87 точности поддержания частоты тока.

Применение аэродинамических стабилизаторов частоты вращения ротора ортогональной ВЭУ для выработки электротока постоянной частоты обуславливает потерю дополнительной мощности ветрового потока, возникающей при увеличении скорости ветра выше расчетного значения. Рекомендуемая расчетная скорость ветра для ВЭУ должна составлять 1,5 среднегодовой скорости ветра [1]. То есть, например, при проектировании ветроустановки 5 кВт ($C_p=0,3$, $U_{рас}=7$ м/с) для условий Сумской области со среднегодовой скоростью $U_{ср}=4,2$ м/с требуемая площадь ротора составит $S=78$ м² ($D \times H \approx 9 \times 9$ м). При скорости ветра $U=8$ м/с мощность ветроустановки составит (при равных условиях) 15 кВт. Стабилизируя частоту вращения ВЭУ, необходимо либо искусственно создавать нагрузку, превышающую текущую выработку, либо применять аэромеханические способы воздействия на скорость вращения ротора, заключающиеся в создании отрицательного вклада в вращающую силу. То есть при скорости ветра 8 м/с ветроагрегат выбросит на "ветер" (в лучшем случае) 2,5 кВт. И это при условии наличия аккумулирующих устройств, без которых вероятность согласования характеристик ветроагрегата и потребителя практически сводится к нулю. Потребителю приходится подстраиваться под величину выработки ветроагрегата, а не наоборот, как должно бы быть с точки зрения эффективного энергоисточника.

По данным работы [2], для Сумской области вероятность наличия скорости ветра, выше расчетного значения ($U_{рас}=7$ м/с), составляет около

20% от общего числа случаев. То есть почти 70 дней в году ветроагрегат теряет полезную мощность, причем количество потерь сопоставимо с реальной выработкой за весь год, так как мощность ВЭУ пропорциональна кубу скорости набегающего потока. Для сравнения рассчитаем годовую выработку ветроагрегата со стабилизацией частоты вращения и без нее. Используя данные по Сумской области, приведенные в [2], получим, что ветроагрегат со стабилизацией частоты вращения выработает за год примерно 1800 кВт·ч, тогда как ветроагрегат с переменной частотой вращения выработает за год (при одной и той же конфигурации ветроколеса) 5200 кВт·ч. Таким образом, получение постоянной частоты электрического тока более рационально осуществлять преобразованием электрического тока, а не стабилизацией частоты вращения ротора ВЭУ.

Пути решения проблемы аккумулярования и преобразования электроэнергии в вид, удобный для потребителей, многообразны [3]. И выбор одного из них зависит от конкретных условий. Однако из [4] известно, что наибольший к.п.д. имеют те аккумулярующие и инвертирующие устройства, в которых сведено к минимуму (в идеале к нулю) превращение электрической энергии (т.е. потери) в другие ее виды (тепловую, механическую, химическую). Например, к.п.д. электродвигателей и аккумуляторов равен 0,8, а трансформаторов - 0,95 [3,4,5].

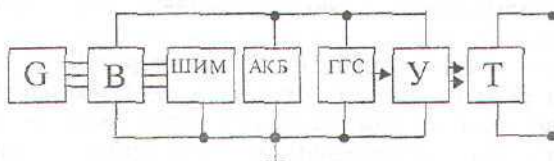


Рисунок 1

На рис. 1 представлена схема, которая разработана в соответствии с вышеупомянутой целевой установкой. Для упрощения на схеме не показаны коммутационная аппаратура и устройства защиты аккумулярующе-инвертирующей схемы (АИС) от токов длительных перегрузок и коротких замыканий. На рисунке обозначены: G- генератор, В- выпрямитель, ШИМ- блок широтно-импульсной модуляции, АКБ- аккумуляторная батарея, ГГС- генератор гармонического сигнала, У- усилитель, Т- трансформатор.

Генератор G преобразует механическую энергию ветроколеса в электрическую энергию переменного тока. Выпрямитель В служит для преобразования переменного тока в постоянный. Он содержит управляемые диоды, на которые блок ШИМ подает сигналы.

Выходное напряжение и частота вращения вала генератора зависят от мощности ветрового потока и мощности нагрузки. Если мощность нагрузки выше мощности ветрового потока, а значит, и генератора, то выходное напряжение и частота вращения вала генератора снижаются. Это может привести к останову генератора и ветроколеса.

Для предотвращения такой ситуации применен блок ШИМ. Он выполнен таким образом, что при снижении выходного напряжения генератора импульсы напряжения на выходе выпрямителя В становятся более узкими. Причем чем сильнее снижается напряжение, тем более узкие импульсы. В случае уменьшения выходного напряжения генератора ниже заданного значения управляемые диоды выпрямителя остаются в закрытом состоянии, и напряжение на выходе выпрямителя отсутствует.

Таким образом, с помощью ШИМ реализуется такой режим работы, при котором генератор, с одной стороны, отдает в нагрузку мощность, вырабатываемую при данной скорости ветра, а с другой стороны, не

уменьшает частоту вращения ветроколеса ниже заданного значения.

Для накопления энергии в АИС используются аккумуляторные батареи. Рекомендуемую емкость батареи можно найти из соотношения [5]

$$Q = \frac{P_H \cdot T}{U_{АКБ} \eta},$$

где Q - емкость, ампер-ч. (А·ч);

P_H - расчетная мощность потребителей (Вт);

T - время разряда, ч. (рекомендуемое значение $t \geq 10$ ч);

$U_{АКБ}$ - напряжение аккумуляторной батареи, вольт (В);

η - коэффициент полезного действия аккумуляторной батареи.

Наиболее важные характеристики аккумуляторов - стоимость, долговечность, удельная энергия, саморазряд [4]. Наилучшее сочетание этих качеств у свинцово-кислотных аккумуляторов, которые и предлагается использовать в подобных АИС.

Инвертор, преобразующий напряжение постоянного тока в напряжение 220 В переменного тока промышленной частоты 50 Гц, в предлагаемой схеме представлен генератором ГГС, усилителем У и трансформатором Т. Как известно, инверторы бывают статическими и электромашинными. Электромашинные инверторы имеют низкий к.п.д. вследствие преобразования электроэнергии в механическую энергию и наоборот [4]. Поэтому для АИС предлагается применять статические инверторы, которые более надежны и имеют более высокий к.п.д.

Генератор гармонического сигнала представляет собой электронную схему, генерирующую маломощный синусоидальный сигнал частотой 50 Гц.

Усилитель У - электронный, транзисторный. Он усиливает сигнал, поступающий с ГГС.

Трансформатор преобразует низковольтное напряжение переменного тока в напряжение 220 В с частотой тока 50 Гц.

Суммарная емкость аккумуляторных батарей должна определяться, исходя из потребностей конечного получателя энергии. Она также зависит от величины суточных колебаний ветрового потока в районе эксплуатации ВЭУ. В работе [2] изложена методика определения годовой выработки, основанная на статистических данных. На сегодняшний день стоимость аккумулятора "емкостью" 1 кВт·ч (≈ 83 А·ч при напряжении $U=12$ В) составляет 60 грн. Поэтому емкость аккумуляторных батарей должна определяться не из суммарного времени ветряных затиший, а исходя из разницы между пиками нагрузок потребителя и текущей выработкой ВЭУ в течение суток. Рекомендуемая минимальная емкость аккумуляторных батарей должна быть равной выработке ВЭУ за 10 часов при работе с расчетной мощностью.

При выборе рабочих параметров АИС особое внимание следует уделять мощности генератора. Обычно мощность генератора определяется, исходя из мощности ВЭУ. А точнее, она попросту приравнивается к ней. Однако генератор может работать на режимах выше номинальной мощности очень короткое время. Таким образом, ветроагрегат с генератором равные соответственно по расчетной (для ВЭУ) и номинальной (для генератора) мощностям, не способен работать с большей мощностью, чем номинальная мощность генератора, без риска выхода последнего из строя. То есть возникает ситуация, схожая с вариантом при стабилизации частоты вращения. Ветроагрегат не использует избыточную энергию при скорости ветра выше расчетной. Величину избыточной энергии P можно определить как

$$P = C_p \cdot \frac{\rho \cdot S (U_{\infty}^3 - U_{pac}^3)}{2},$$

где C_p - коэффициент использования энергии ветра;

U_{pac} - расчетная скорость потока, м/с;

U_{∞} - скорость невозмущенного потока, м/с;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

S - ометаемая площадь, м².

Поэтому мощность генератора не следует приравнивать к расчетной мощности ВЭУ. Критерием выбора генератора должна служить конечная величина энергосодержащего диапазона (имеется в виду скорость потока). При этом мощность генератора определяем как мощность, вырабатываемую ВЭУ при конечной величине диапазона. Так, для условий Сумской области [2] наиболее энергосодержащий диапазон скоростей ветра $U=5-10$ м/с. Конечная величина энергосодержащего диапазона соответствует значению скорости ветра 10 м/с. Следовательно, используя параметры вышеупомянутой ВЭУ, получим, что при $U_{\infty}=10$ м/с, мощность ветроустановки составит $P=14,6$ кВт. С учетом потерь в трансмиссии предполагаемая мощность генератора составит $14,6 \times 0,8=12$ кВт (0,8- КПД трансмиссии). Таким образом, в условиях Сумской области для ветроагрегата мощностью P следует использовать генератор мощностью $2,4 \times P$. Коэффициент 2,4 определен из соотношения мощности ВЭУ при скорости ветра 10 м/с (конечной точки энергосодержащего диапазона) и расчетной мощности ВЭУ (при скорости ветра 7 м/с).

Возможны три ситуации при работе АИС. Первая, когда мощность генератора меньше мощности потребителя. При этом энергия от генератора поступает на подзарядку батарей, за счет которых потребитель обеспечивается энергией. Вторая, когда мощность генератора больше мощности потребителя. В этом случае электроэнергия поступает напрямую к потребителю и частично на подзарядку батарей. Третья ситуация возникает тогда, когда мощность генератора не равна нулю, аккумуляторные батареи заряжены полностью, а потребитель отключен. В случае возникновения второй и третьей ситуаций необходимо ограничивать частоту вращения ВЭУ, так как значительное ее увеличение может привести к разрушению ветроагрегата из-за усталостных и резонансных нагрузок. Ограничение и регулирование частоты вращения нужно автоматизировать для обеспечения повторных запусков ВЭУ, необходимость в которых может возникнуть при последующем подключении нагрузки. Регулирование частоты вращения целесообразно проводить аэродинамическими методами, так как в отличие от электромеханических методов их использование снижает износ ВЭУ, а следовательно, обеспечивает большую безопасность эксплуатации и значительно увеличивает срок службы агрегата.

SUMMARY

The analysis of wind installation with variable and constant rotation speed is fulfilled. The advantages of use of the wind installation with variable rotational speed is shown. The scheme of transformation of the wind energy to the qualitative electrical energy is offered. The analysis of operation modes of the scheme is conducted.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шихайлов Н.А. Результаты развития и проблемы ветроэнергетики в Украине // Тезисы докладов 6 научно-практической конференции "Развитие и внедрение техники и

- технологий использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии". 1-6 сентября. - Крым, 1997. - С.6-10.
2. Коваленко В.М. Возможность и эффективность использования энергии ветра в условиях Сумской области // Энергетика и электрификация, 1997. - №1. - С.45-49.
 3. Гершунский Б.С. Справочник по расчету электронных схем. - Киев: Вища школа. Изд-во при Киев. ун-те, 1983. - 240 с.
 4. Багоцкий В.С., Скудиди А.М. Химические источники тока. - М: Энергоиздат, 1981. - 360 с.
 5. Деордиев С.С. Аккумуляторы и уход за ними (Пособие аккумуляторщику). - К.: Техніка, 1982. - 208 с.

Поступила в редколлегию 15 января 1999 г.

УДК 621.01

ЗАКОН СТРОЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ

Д.П. Дрягин, доц.

Механизмы являются основой построения машин и машинных комплексов.

Работоспособность, надежность и энергоэкономичность машин в значительной мере зависят от структурных свойств входящих в них механизмов.

Строение механизмов раскрывает их структурные характеристики, оно заложено в структурных формулах и в получившей широкое распространение системе классификации по Ассуру - Артоболовскому [1].

Структурному строению механизмов в настоящее время уделяется повышенное внимание в связи с решением задач по отысканию схем механизмов оптимальной структуры [2,3].

Формулирование общего закона строения механизмов позволяет устранить имеющие место неопределенности при решении задач оптимизации структурных схем механизмов по структурным формулам, уточнить их контурное строение: *механизмы произвольной структуры состоят из контуров нулевого, первого и второго классов.*

В механизме число контуров нулевого класса $n_0=1$, число контуров первого класса $n_1 \geq 1$, число контуров второго класса $n_{II} \geq 0$.

Контур нулевого класса - звено (твердое тело в составе механизма), принимаемое за неподвижное, с одним или несколькими местами присоединения свободных элементов кинематических пар подвижных звеньев. Неподвижный контур нулевого класса, стойка, является базовым звеном механизма.

Контур первого класса - подвижное звено механизма с одной кинематической парой, имеющей свободный элемент, и с одним или несколькими местами присоединения свободных элементов кинематических пар других подвижных звеньев.

Контур второго класса - подвижное звено механизма с двумя кинематическими парами, каждая из которых имеет свободный элемент, и с одним или несколькими местами присоединения свободных элементов кинематических пар других подвижных звеньев или без мест присоединения свободных элементов.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ЗАКОНА СТРОЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ

Пусть n_1 - число контуров первого класса в составе механизма;

p_{I1} - суммарное число кинематических пар в составе контуров первого класса.

Пусть n_{II} - число контуров второго класса в составе механизма;

p_{II1} - суммарное число кинематических пар в составе контуров второго класса.