



Рис. 2. Номограмма использования тракторов «Беларус» при выполнении сельскохозяйственных работ.

1. Международная система машин для комплексной механизации сельского хозяйства. Тракторы. -М. СЭВ, 1981.
2. ОСТ 23.1.89-92. Усилие тяговое номинальное сельскохозяйственных тракторов. Метод определения.
3. Парфенов А.П. Развитие системы классификации сельскохозяйственных тракторов. "Тракторы и сельхозмашины" №10, 1985, с.9.
4. Поляк А.Я., Антышев Н.М., Антонов А.П., Пейсахович Б.И. и др. Скоростная сельскохозяйственная техника. Альбом-справочник. -М. Россельхозиздат, 1977.
5. СТ СЭВ 628-07. Тракторы гусеничные колесные. Тяговые классы.
6. Трепененков И.И. Эксплуатационные показатели сельскохозяйственных тракторов. -М., "Машиностроение", 1963.
7. Grecenco A. A Systematic tractor range - The Agricultural Engineer Autumn., 1974. S/ 80-85.

СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО НАПРЯЖЕНИЯ

Г. И. ЯНУКОВИЧ, профессор, к. т. н., В. М. ЗБРОДЫГО (УО БГАТУ)

Значения показателей качества электроэнергии зависят от структуры нагрузок электрической сети и режима работы электроприемников. Так, большой удельный вес однофазных нагрузок может вызвать несимметрию напряжений вследствие неравномерной загрузки фаз, нелинейные элементы электрических систем вызывают возникновение высших гармоник тока и напряжения, асинхронные электродвигатели большой мощности при запуске или при неравномерном

режиме нагрузки вызывают колебания напряжения, одновременная работа многих электроприемников в часы максимума нагрузок или недогрузка электрической сети вызывает отклонения напряжения от номинального значения и т. д. Вопросы состояния качества электроэнергии и его влияния на работу элементов сети и электроприемников применительно к сетям сельскохозяйственного назначения до сих пор являются

наименее изученными. Для теоретического анализа этой проблемы необходимо накопление экспериментальных данных о значениях показателей качества электроэнергии в сетях сельскохозяйственного назначения и данных о структуре нагрузок в этих сетях. Для решения вопросов, связанных с прогнозированием, необходим обширный материал о динамике изменения электрических нагрузок, изменении доли отдельных элементов электрической сети (в том

числе электроприемников).

Поэтому авторами были проведены исследования структуры электроприемников сельскохозяйственных потребителей в производственном секторе.

Данные об электроприемниках были получены в результате сбора сведений, содержащихся в отчетных материалах хозяйств, энергосбытов, а также в результате выполнения специальных обследований непосредственно в хозяйствах. При этом обследованием были охвачены все производственные процессы хозяйств. С целью получения наиболее полных результатов обследовано 168 хозяйств всех областей Республики Беларусь.

В каждом из хозяйств выявлены тип, количество и мощность электроприемников, задействованных во всех производственных процессах данного хозяйства. Далее электроприемники были распределены в следующие группы:

1. Электродвигатели.
2. Осветительные и облучательные приборы с лампами накаливания.
3. Осветительные и облучательные приборы с газоразрядными лампами.
4. Прочие электроприемники.

В первую группу вошли трехфазные асинхронные электродвигатели переменного тока, которые используются для привода различных устройств и технологических установок в сельскохозяйственном производстве. Во вторую группу объединены осветительные и облучательные приборы, источником излучения у которых являются лампы накаливания. В третью группу объединены осветительные и облучательные приборы, источником излучения у которых являются газоразрядные лампы высокого и низкого давления. В четвертую группу были объединены все типы электроприемников, не вошедшие в первые три группы. Следует отметить, что электроприемники четвертой группы достаточно разнообразны, но относительно

малочисленны и все их типы выявлены не в каждом из обследованных хозяйств. Сюда относятся нагреватели разных типов; электродвигатели, не вошедшие в первую группу; устройства электросварки; зарядные устройства и т. д.

После распределения всех электроприемников в вышеперечисленные группы были определены количество и мощность всех электроприемников в каждом из обследованных хозяйств. Далее определена их суммарная мощность. Так как обследованные хозяйства значительно отличаются друг от друга своими размерами и объемами производства, то количество и мощность электроприемников в них также существенно различаются. Поэтому для получения более наглядных результатов при дальнейшем анализе был использован такой показатель, как доля мощности электроприемников каждой группы от суммарной.

Результаты исследований показывают, что в производственном секторе сельскохозяйственных предприятий республики преобладающим типом электроприемников являются трехфазные асинхронные электродвигатели, которые используются для привода различных механизмов и установок в таких технологических процессах, как кормораздача, приготовление кормов, навозоудаление, водоснабжение и канализация, сушка и хранение зерна, дойка и обработка молока, в приводах различных станков и подъемно-транспортных механизмов в ремонтных мастерских и т. д. Доля мощности трехфазных асинхронных электродвигателей от суммарной мощности всех электроприемников в обследованных хозяйствах колеблется от 80,2 % до 95,2 % и в среднем составляет 91,45 %. Среди трехфазных электродвигателей основную массу по количеству и мощности составляют двигатели мощностью до 30 кВт. Двигатели мощностью свыше 30 кВт встречаются значительно реже и

выявлены не во всех из обследованных хозяйств. Не обнаружены двигатели большой мощности (100 кВт и выше).

Второй по мощности группой являются осветительные и облучательные приборы. По типу источника излучения они разделяются на приборы с лампами накаливания и приборы с газоразрядными лампами высокого и низкого давления. Эти приборы используются для искусственного освещения производственных помещений и наружного освещения, для облучения животных, птиц и растений, для дезинфекции и т. д. Осветительные приборы с лампами накаливания выявлены во всех обследованных хозяйствах. Доля их мощности от суммарной в обследованных хозяйствах изменяется от 1,5 % до 11,3 % и в среднем составляет 4,97 %. Осветительные и облучательные приборы с газоразрядными лампами выявлены только в 77 из 168 обследованных хозяйств. Доля их мощности в среднем составляет 0,43 %, максимальные значения – 4,8 %. При этом следует отметить, что осветительные приборы с газоразрядными лампами в обследованных хозяйствах применяются, в основном, для наружного освещения. Причем это, как правило, светильники с газоразрядными лампами высокого давления.

Доля мощности прочих электроприемников варьируется в обследованных хозяйствах в пределах от 2,3 % до 13,3 % и в среднем составляет 3,15 %. В основном это устройства электросварки, зарядные выпрямители. Следует особо отметить, что в последние годы в хозяйствах, которые подверглись обследованию, выведены из эксплуатации все электронагревательные установки. Исключение составляют только хозяйства, на территории которых находятся объекты, технология производства на которых требует применения электрического нагрева. Фактически не выявлено в

хозяйствах синхронных электродвигателей переменного и двигателей постоянного тока.

Из всех электроприемников в каждом из хозяйств были выделены в отдельную группу электроприемники с нелинейными вольт-амперными характеристиками, являющиеся источниками высших гармоник тока, и определена их общая мощность и доля мощности от суммарной мощности всех электроприемников. В другую группу были выделены однофазные электроприемники, вызывающие несимметрию потребления, в том числе и нелинейные электроприемники, вошедшие в первую группу. Для однофазных электроприемников также определена их общая мощность и доля мощности от суммарной мощности всех электроприемников в каждом из хозяйств.

В результате исследований обнаружены следующие типы электроприемников с нелинейными вольт-амперными характеристиками: устройства электросварки, осветительные и облучательные приборы с газоразрядными лампами высокого и низкого давления, зарядные выпрямители. Это значит, что для производственных потребителей в сельском хозяйстве характерно наличие как трехфазных нелинейных электроприемников, так и однофазных. Однако следует отметить, что трехфазные нелинейные электроприемники значительно преобладают над однофазными по общей установленной мощности, но уступают по количеству. При этом трехфазные установки электросварки выявлены во всех обследованных хозяйствах. Меньше половины хозяйств используют газоразрядные источники света. Зарядные выпрямители также выявлены не во всех хозяйствах. В итоге можно сделать вывод, что наиболее распространенными и самыми значительными по мощности источниками высших гармоник токов в производственном секторе сельскохозяйственных потребителей

Республики Беларусь являются устройством электросварки. При этом общая установленная мощность всех нелинейных электроприемников в подавляющем большинстве хозяйств не превышает 50 кВт и только в трех из обследованных хозяйств их мощность больше 100 кВт. Доля мощности электроприемников с нелинейной вольт-амперной характеристикой в обследованных хозяйствах находится в пределах от 1,1% до 14,7% и в среднем составляет 3,43%. Среднеквадратическое отклонение при этом равно 2,23%, а коэффициент вариации – 0,65. Распределение доли мощности нелинейных электроприемников в хозяйствах республики представлено в табл. 1.

сельскохозяйственных потребителей встречаются как электроприемники с нелинейными вольт-амперными характеристиками, так и с линейными. Среди однофазных электроприемников по количеству и мощности преобладают осветительные и облучательные приборы с лампами накаливания. Они выявлены в значительных количествах во всех обследованных хозяйствах. Далее по степени распространенности следуют осветительные и облучательные приборы с газоразрядными лампами, но их удельный вес по мощности и количеству меньше, чем у приборов с лампами накаливания, и выявлены они далеко не во всех хозяйствах. Еще менее распространенными являются

1. Распределение доли мощности нелинейных электроприемников в хозяйствах

Доля мощности нелинейных электроприемников в хозяйстве, %	Количество хозяйств
МЕНЕЕ 1,5	7
От 1,5 до 2,0	21
От 2,0 до 2,5	25
От 2,5 до 3,0	28
От 3,0 до 3,5	32
От 3,5 до 4,0	19
От 4,0 до 4,5	17
От 4,5 до 5,0	11
БОЛЕЕ 5,0	8

В большинстве хозяйств доля мощности нелинейных электроприемников находится в пределах от 1,5% до 4,5%. Максимум распределения приходится на диапазон доли мощности от 3,0% до 3,5%.

При обследовании структуры электроприемников сельскохозяйственных предприятий выявлены следующие типы однофазных электроприемников: осветительные и облучательные приборы с лампами накаливания и газоразрядными высокого и низкого давления, зарядные выпрямители, электронагревательные приборы, асинхронные электродвигатели и т.д. Среди однофазных электроприемников в производственном секторе

однофазные зарядные выпрямители, однофазные электронагревательные приборы и однофазные асинхронные электродвигатели. Эти электроприемники встречаются не во всех хозяйствах, их количество и мощность относительно незначительны. Общая установленная мощность однофазных электроприемников в производственном секторе обследованных хозяйств, как правило, не превышает 100 кВт. В нескольких хозяйствах этот показатель превышает указанную величину, и только в четырех хозяйствах мощность однофазных электроприемников превышает 200 кВт. Доля мощности однофазных электроприемников в обследованных хозяйствах находится в пределах от 2,3% до 12,9%

и в среднем составляет 5,25 %. Среднеквадратическое отклонение при этом равно 2,26 %, а коэффициент вариации – 0,43. Распределение доли мощности однофазных электроприемников в обследованных хозяйствах носит характер, приведенный в табл. 2. В большинстве хозяйств доля мощности этих электроприемников в пределах от 3,0 % до 7,0 %. Максимум распределения приходится на диапазон от 4,0 % до 5,0 %. Для прогнозирования показателей качества электроэнергии в сетях сельскохозяйственного назначения необходимо наличие обширного статистического материала, в том числе и о динамике изменения структуры электроприемников. Определить динамику изменения структуры электроприемников в производственном секторе сельскохозяйственных потребителей до сих пор представляется задачей трудновыполнимой из-за недостаточности данных о структуре за предыдущие годы. Полномасштабных исследований в данном направлении в республике фактически не проводилось, за исключением нескольких работ, которые не дают всей полноты картины по этому вопросу. Авторам удалось проследить динамику изменения структуры электроприемников на примере хозяйств Бобруйского района, используя данные самих хозяйств за предыдущие годы. Результаты исследований представлены в табл. 3, 4, 5 как усредненные значения на одно хозяйство за 1970, 1980, 1990 и 2000 годы. Результаты исследований показали, что в период с 1970 по 2000 гг. в хозяйствах Бобруйского района наиболее значительными по установленной мощности электроприемниками были трехфазные асинхронные электродвигатели. Следует отметить, что в период с 1970 по 1990 гг. наблюдался устойчивый рост количества и общей мощности всех типов электроприемников во всех хозяйствах. При этом темпы роста суммарной установленной

2. Распределение доли мощности однофазных электроприемников в хозяйствах

ДОЛЯ МОЩНОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ В ХОЗЯЙСТВЕ, %	КОЛИЧЕСТВО ХОЗЯЙСТВ
Менее 1,5	7
От 1,5 до 2,0	21
От 2,0 до 2,5	25
От 2,5 до 3,0	28
От 3,0 до 3,5	32
От 3,5 до 4,0	19
От 4,0 до 4,5	17
От 4,5 до 5,0	11
Более 5,0	8

3. Динамика изменения доли мощности отдельных видов электроприемников в хозяйствах Бобруйского района

НАИМЕНОВАНИЕ ГРУППЫ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ	ГОД ИССЛЕДОВАНИЯ И ДОЛЯ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ В ПРОЦЕНТАХ			
	1970	1980	1990	2000
АСИНХРОННЫЕ ТРЕХФАЗНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ	73,5	80,0	84,6	90,9
ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ	13,7	10,9	7,8	1,2
ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ И ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ С ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ	5,6	3,7	2,8	3,2
ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ И ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ С ГАЗОРАЗРЯДНЫМИ ЛАМПАМИ	0,1	0,9	1,8	1,8
ПРОЧИЕ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКИ	7,1	4,5	3,1	2,9

4. Динамика изменения мощности нелинейных электроприемников в хозяйствах Бобруйского района

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ГОД ИССЛЕДОВАНИЯ			
	1970	1980	1990	2000
МОЩНОСТЬ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ, кВт	12,9	23,2	49,3	52,9
ДОЛЯ МОЩНОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ, %	7,2	5,4	4,8	4,7

5. Динамика изменения мощности однофазных электроприемников в хозяйствах Бобруйского района

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ	ГОД ИССЛЕДОВАНИЯ			
	1970	1980	1990	2000
МОЩНОСТЬ ОДНОФАЗНЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ, кВт	10,1	21,7	45,3	56,3
ДОЛЯ МОЩНОСТИ ОДНОФАЗНЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ, %	5,7	4,6	4,5	5,0

мощности трехфазных асинхронных двигателей и осветительных приборов с газоразрядными лампами превышали темпы роста других электроприемников. С 1990 года ситуация резко изменилась в связи с проблемами, характерными для всех хозяйствующих субъектов республики: резкое удорожание всех видов энергоресурсов, в том числе и электроэнергии, увеличение цен на все виды электрооборудования и т.д. Поэтому к 2000 году оказались выведенными из эксплуатации большинство электронагревательных устройств. Что касается других типов электроприемников, то характер изменения их общей мощности и количества настолько разнообразен, что не позволяет сделать каких-либо общих выводов. В одних хозяйствах общая установленная мощность и количество отдельных видов электроприемников если и увеличились, то незначительно, а в некоторых – наоборот, даже уменьшились, происходит демонтаж электрооборудования. Часто из эксплуатации выводятся целые объекты. В 14 из 20 хозяйств уменьшилась суммарная установленная

мощность электроприемников, в шести – незначительно выросла. При этом резко упало электропотребление во всех хозяйствах.

Исследования динамики изменения мощности нелинейных и однофазных электроприемников (табл. 4, 5) показывают, что с 1970 по 2000 гг. происходил непрерывный рост их суммарной установленной мощности и количества в хозяйствах. Наиболее значительным видом среди однофазных электроприемников на протяжении всего периода были осветительные приборы с лампами накаливания, среди нелинейных – устройства электросварки и осветительные и облучательные приборы с газоразрядными лампами высокого и низкого давления. Доля мощности нелинейных электроприемников при этом упала с 7,2 % в 1970 году до 4,7 % в 2000 году. Доля мощности однофазных электроприемников упала с 5,7 % в 1970 году до 4,5 % в 1990 году, а затем возросла до 5,0 % в 2000 году. При этом доля мощности осветительных и облучательных приборов с газоразрядными лампами, которые относятся и к однофазным, и нелинейным электроприемникам, а

также их количество непрерывно росло. Результаты исследования динамики изменения мощности отдельных видов электроприемников в таком незначительном количестве хозяйств не позволяют делать выводы, касающиеся республики в целом. Но они все же представляют определенный интерес и отражают некоторые тенденции, характерные для всех хозяйств республики.

В результате исследований установлено наличие однофазных и нелинейных электроприемников в каждом из обследованных хозяйств. Их общая установленная мощность составляет 10...15 % от установленной мощности всех электроприемников хозяйства в производственном секторе и продолжает расти. Однофазные и нелинейные электроприемники, несомненно, снижают качество электроэнергии в сети. Но в хозяйствах, где проводились исследования, какие-либо меры по повышению его качества не применяются. Поэтому существует необходимость разработки мероприятий, направленных на повышение качества электроэнергии в сельских электрических сетях напряжением 380/220 В.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Т.А. НЕПАРКО (УО БГАТУ)

Работы по возделыванию, уборке и послеуборочной переработке урожая сельскохозяйственных культур можно механизировать с использованием различных наборов машин. По-разному могут быть распределены и работы между агрегатами. При этом, как правило, будут различными и затраты на производство продукции растениеводства.

Поэтому для каждого сельскохозяйственного предприятия из всего разнообразия технологических и технических решений должны быть выбраны такие варианты, которые обеспечивают максимальную эффективность производства. Необходимо отметить, что большинство показателей, характеризующих работу машинно-тракторных агрегатов (МТА),

не могут быть оценены однозначно. Так, повышение скорости движения агрегата, обеспечивающее повышение производительности труда, сопровождается как интенсивным ростом тягового сопротивления, так и непропорциональным увеличением затрат мощности на самопередвижение агрегата.