

однотипным производством; исключении практики наказаний за допущенные ошибки при реализации мероприятий энергосбережения и поощрении даже незначительных позитивных сдвигов в этой области.

**Вывод.** Изменение структуры энергетического менеджмента на предприятии позволяет без значительных финансовых вложений получить результат при условии вовлечения персонала предприятия в решение вопросов энергосбережения на своих рабочих местах.

УДК 621.311

## РЕКУПЕРАЦИЯ ЭНЕРГИИ В ГИДРОПРИВОДАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

*В. А. МАРТИНОВСКИЙ, Д. И. БОЧКАРЕВ, В. А. ДОВГЯЛО*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Преобладающую часть парка современных машин для строительства и ремонта дорог составляют машины с объемным гидравлическим приводом рабочих органов, получившим широкое распространение в силу известных преимуществ.

В настоящее время одной из основных тенденций развития гидроприводов строительных и дорожных машин является применение энергосберегающих технологий. Реализация данного направления возможно различными путями. Так, интенсивное внедрение интеллектуального гидропривода с процессорным управлением существенно повышает стоимость техники, ее ремонта и эксплуатации и лишь частично снижает потери в гидроприводе. В то же время неотъемлемым элементом рабочего процесса многих строительных и грузоподъемных машин является подъем с грузом и опускание рабочего оборудования за каждый рабочий цикл. При этом рабочее оборудование имеет достаточно большую массу, а количество рабочих циклов за смену может быть более тысячи. Поэтому другим направлением снижения энергозатрат является рекуперация потенциальной энергии силы тяжести рабочего оборудования во время его опускания и последующее ее использование при операциях подъема.

Проведенный анализ показывает, что существуют различные методы и подходы в решении системных задач по обеспечению рекуперации потенциальной энергии при работе техники. При выборе рационального способа применительно к конкретным машинам необходимо знать их технологические возможности и характерные особенности гидравлических систем управления рабочим оборудованием.

Наиболее обсуждаемым методом энергосбережения является изменение концепции насосной установки (введение пневмогидравлического аккумулятора и автоматической системы разгрузки). При этом обеспечивается необходимая степень постоянства внешних характеристик и привода в целом и сохраняется традиционный уровень технологии и эксплуатации гидросистемы, в которой в случае необходимости получения требуемой (ограниченной) скорости исполнительного гидродвигателя существующий насос полностью разгружается, а питание осуществляется от пневмогидравлического аккумулятора, оперативно подзаряжаемого гидронасосом. Такой режим работы гидросистемы кардинально отличается от простейшего гидропривода с дроссельным регулированием. Кроме того, наличие пневмогидравлического аккумулятора с соответствующими параметрами позволяет уменьшить типоразмер насоса, делает гидравлическую систему более эффективной (аккумулятор – источник дополнительной энергии и мощности), а также позволяет повысить коэффициент полезного действия, расчетные значения которого могут быть в диапазоне 0,9–0,92 против 0,8–0,85 у традиционных систем.

УДК 621.331:621.311 (075.8)

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ НА ГОМЕЛЬСКОМ ОТДЕЛЕНИИ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

*В. С. МОГИЛА, С. Г. ДОДОЛЕВ, В. А. ИВЛЕВ*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*П. В. БОРИСЕНКО*  
*ПИРУП "Белжелдорпроект", г. Минск*

Безопасность железнодорожных перевозок во многом зависит от качества электроэнергии, поставляемой как в тяговую сеть (ТС), так и в высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП), от которых запитаны устрой-

ства автоматической локомотивной сигнализации непрерывного действия (АЛСН), оборудование переездов, освещение посадочных платформ, а также другие потребители. Сбой в работе АЛСН из-за низкого качества электроэнергии может привести к автоматической остановке поезда. Это особенно опасно в ночное время (когда разрешающий сигнал впереди стоящему поезду виден хорошо, а самого поезда может быть не видно), а также в случае плохой видимости показаний напольных сигналов (туман, ливень, метель), когда машинист не принимает мер к своевременному снижению скорости.

Качество поставляемой электроэнергии в проводах воздушной линии (ВЛ), питающих устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), зависит в значительной степени от расположения этих линий относительно ТС. Это объясняется электромагнитным влиянием проводов ТС на смежные коммуникации.

В настоящее время ведутся проектные работы по электрификации линии железной дороги на участке Жлобин – Гомель Белорусской железной дороги по системе  $2 \times 25$  кВ с применением группового заземления опор контактной сети из условия экономии. Принято решение по установке опор ВЛ СЦБ в полосе отвода железной дороги. Расстояние между проводами КС и ЛЭП в этих условиях составит около 15 м. Принятое решение необходимо проверить на обеспечение безопасности на электрифицированном участке железной дороги, что достигается высоким качеством электроэнергии в ВЛ СЦБ. Для этого необходимо произвести расчет электромагнитного влияния как в нормальном, так и в вынужденном режимах работы ТС.

Если использовать методику, изложенную в ТНПА «Правила защиты устройств проводной связи и проводного вещания от влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог переменного тока (М.: Транспорт. – 1989. – 135 с.)», то оценка электростатического влияния тяговой сети на ЛЭП даже на смежные провода с одинаковыми потенциалами осуществляется со значительной погрешностью. Оценка взаимного влияния систем с большим числом проводов с использованием указанной методики вызывает большие затруднения и большие погрешности. Это показали результаты экспериментальных исследований, выполненных БелГУТом на электрифицированном участке Славное – Новосады Оршанского узла Минского отделения Белорусской железной дороги.

Авторами предлагается методика учета взаимного электромагнитного влияния ТС и смежных коммуникаций с произвольным числом проводов, разработанная на кафедре «Электрический подвижной состав» (ЭПС) УО «БелГУТ», которая значительно уменьшает погрешность оценки при проектном расчете. Эта методика изложена в статье С. Г. Додолева "Определение наведенных потенциалов в линиях электропередач" (Железнодорожный транспорт. – 2008. – № 2. – С.66).

По предлагаемой методике были проведены расчеты для проектируемой линии электроснабжения участка Жлобин – Гомель Белорусской железной дороги для схемы электроснабжения, представленной на рисунке 1.

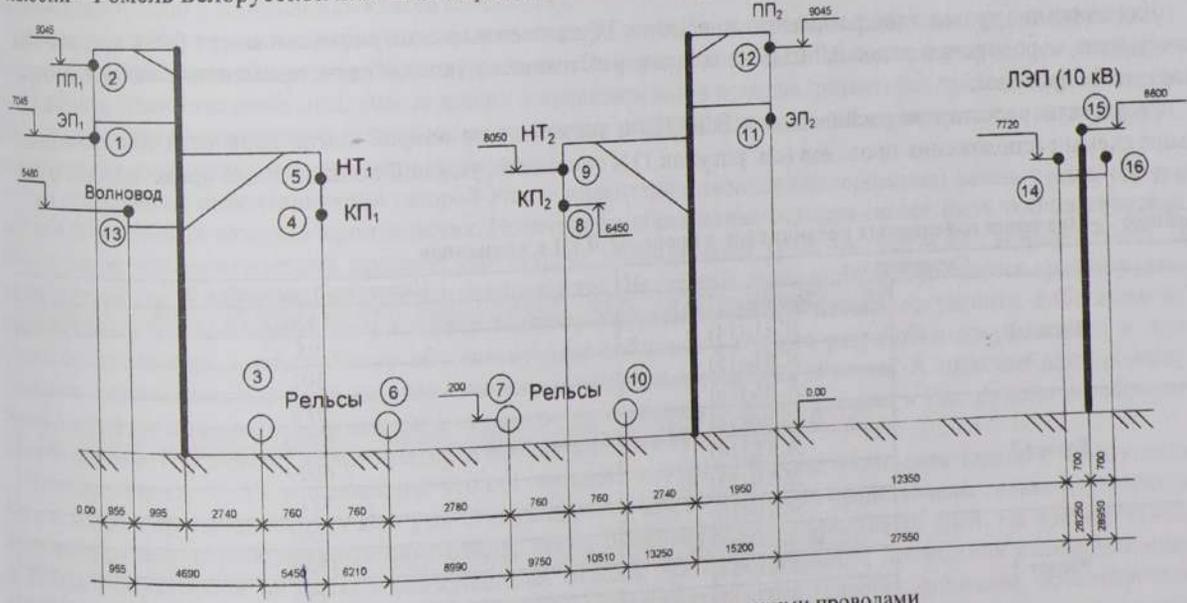


Рисунок 1 – Полная схема питания с экранирующими проводами

Расчет электростатического влияния был произведен для следующих случаев: для полной схемы питания (расчет 1); схемы питания с отключенными ПП (расчет 2); в схеме питания отсутствуют экранирующие провода (расчет 3); в схеме питания отсутствуют экранирующие провода, ПП отключены. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения наведенных потенциалов (В) в проводах ЛЭП и волноводе

Схемы расчета		Расстояние между ближайшей опорой КС и опорой ЛЭП, м											
		6,65	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Расчет 1	Волновод (13)	1621	1661	1678	1682	1684	1685	1685	1685	1685	1685	1685	1685
	ЛЭП <sub>А</sub> (14)	1790	876	382	185	50	14	3	1	2	2	2	2
	ЛЭП <sub>В</sub> (15)	1716	829	364	179	50	14	3	1	2	3	3	3
	ЛЭП <sub>С</sub> (16)	1342	691	311	153	42	12	2	1	2	2	2	2
Расчет 2	Волновод (13)	5028	4983	4955	4944	4936	4934	4933	4933	4932	4932	4932	4932
	ЛЭП <sub>А</sub> (14)	2698	1950	1293	913	517	328	226	164	125	98	79	65
	ЛЭП <sub>В</sub> (15)	2777	2031	1369	978	563	361	250	183	139	109	88	73
	ЛЭП <sub>С</sub> (16)	2394	1739	1170	836	482	310	215	158	120	95	76	63
Расчет 3	Волновод (13)	1068	1109	1126	1131	1133	1134	1134	1134	1134	1134	1134	1134
	ЛЭП <sub>А</sub> (14)	2073	1060	486	251	83	33	16	8	5	3	2	1
	ЛЭП <sub>В</sub> (15)	1968	1005	469	247	85	35	17	9	5	3	2	1
	ЛЭП <sub>С</sub> (16)	1570	845	401	212	72	30	14	8	4	3	2	1
Расчет 4	Волновод (13)	5975	5924	5893	5882	5874	5871	5871	5870	5870	5870	5870	5870
	ЛЭП <sub>А</sub> (14)	3360	2356	1519	1053	585	368	252	183	138	108	87	71
	ЛЭП <sub>В</sub> (15)	3361	2417	1596	1124	635	404	279	203	154	121	98	80
	ЛЭП <sub>С</sub> (16)	2923	2078	1365	961	544	347	240	175	133	105	85	70

Результаты расчета показали, что в нормальном режиме работы КС и расстоянии между ЛЭП и КС, равным 15 м в проводах ЛЭП, наведенный потенциал лежит в пределах от 311 до 382 В, что входит в пределы, регламентируемые ГОСТ 13109-97. В вынужденном режиме (обрыв экранирующего и отключение питающего провода) наведенный потенциал в проводах ЛЭП может достигать 1600 В, а в волноводе – до 6000 В. Коэффициент несимметрии по нулевой последовательности, полученный в результате расчетов, превышает 20 %, что выходит за нормативы, регламентируемые в ГОСТ 13109-97. В соответствии с ГОСТ 13109-97 допустимое отклонение фазных напряжений в ЛЭП СЦБ 10 кВ не должно превышать 500 В. Фазные напряжения, определенные в результате проведенного вычислительного эксперимента, соответственно составили  $U_a = 7100$  В,  $U_b = 5250$  В и  $U_c = 5250$  В, что также не удовлетворяет требованиям ГОСТ 13109-97.

Анализ результатов, полученных при проведении вычислительного эксперимента, позволяет сделать следующие выводы:

- модель взаимного электромагнитного влияния в многопроводной системе достоверна;
- уровень наведенных напряжений при нормальной работе системы 2x25 не превышает допустимых значений;
- в вынужденном режиме работы (обрыв экранирующих и отключение питающих проводов), при расстоянии между ЛЭП и ТС, равном 15 м, качество электрической энергии в ВЛ СЦБ не соответствует требованиям ГОСТ 13109-97.

Для снижения уровня электромагнитного влияния ТС на смежные коммуникации могут быть предложены следующие мероприятия: относ ВЛ СЦБ на большее расстояние от тяговой сети, применение активных экранирующих проводов.

Результаты расчета при расположении ВЛ СЦБ и волновода на опорах контактной сети для описанной выше схемы расположения проводов (см. рисунок 1) и описанных условий подключения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения наведенных потенциалов в проводах ЛЭП и волноводе

Схема питания		Наведенный потенциал, В
Расчет 1	Волновод (13)	1426
	ЛЭП <sub>А</sub> (14)	95
	ЛЭП <sub>В</sub> (15)	301
	ЛЭП <sub>С</sub> (16)	380
Расчет 2	Волновод (13)	5130
	ЛЭП <sub>А</sub> (14)	6019
	ЛЭП <sub>В</sub> (15)	5217
	ЛЭП <sub>С</sub> (16)	4601
Расчет 3	Волновод (13)	857
	ЛЭП <sub>А</sub> (14)	295
	ЛЭП <sub>В</sub> (15)	526
	ЛЭП <sub>С</sub> (16)	594
Расчет 4	Волновод (13)	6054
	ЛЭП <sub>А</sub> (14)	6891
	ЛЭП <sub>В</sub> (15)	6144
	ЛЭП <sub>С</sub> (16)	5480

Как видно из таблицы 2, в безаварийном режиме работы системы питания 2×25 кВ принятое проектируемым размещением проводов ВЛ СЦБ и волновода на опорах КС, которое экономически выгодно, не приводит к снижению качества электроэнергии, а значит, не ухудшит безопасность на электрифицированном участке железной дороги.

УДК 658.787

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

*И. М. МОКРЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*С. С. ШАТИЛО*

*Станция Гомель РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги»*

Для организации и ведения эффективной работы по обращению с отходами производства на предприятии важным шагом является разработка качественной документации. К этой документации относятся: Инструкция по обращению с отходами производства, нормативы обращения с отходами производства, акт инвентаризации отходов производства, учетная документация.

Первая ступень – проведение инвентаризации отходов. Инвентаризация отходов производства – деятельность по определению количественных и качественных показателей отходов производства в целях учета отходов и установления нормативов их образования. Инвентаризация отходов производства проводится в соответствии с постановлением Минприроды Республики Беларусь 29 февраля 2008 г. № 17. От качества выполненных работ при проведении инвентаризации зависит качество Инструкции по обращению с отходами производства и долговечность ее функционирования.

Инструкция разрабатывается сроком на пять лет, однако 90 % организаций и предприятий вынуждены разрабатывать новый документ, не дожидаясь истечения срока старого. Как правило, это происходит по следующим причинам: выявление новых видов отходов; изменение объемов накопления отходов; изменение условий и мест хранения отходов производства, изменение порядка обращения с отходами. Помимо этих причин, разработка новой инструкции требуется при изменении законодательства в области обращения с отходами производства. В качестве примера можно привести внесение изменений в постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 8 ноября 2007 г. № 85 (в случае изменения, либо установления класса опасности).

Инвентаризация отходов производства включает три этапа: подготовительный; инвентаризационное обследование; обобщение сведений об инвентаризации. На первом этапе планирования и подготовки необходимо назначить ответственных лиц, участвующих в инвентаризации отходов, разъяснить требования, обязанности, а также указать ответственность за непредставление достоверных сведений о количестве и наименованиях реально образующихся и потенциальных отходах.

При проведении инвентаризации (второй этап – инвентаризационное обследование) важно учесть все источники образования отходов производства. Источником образования отходов может быть технологическое оборудование, технологический процесс, структурное подразделение (участок, цех и др.) и иной объект, в котором происходит образование отходов производства. Некоторые виды отходов образуются крайне редко, например раз в три года, раз в пять лет. Это такие отходы, как списанная мебель, оргтехника, либо шлам от чистки оборудования, котлов. Часто об этих отходах забывают во время разработки документации и, как следствие, невозможна передача данных отходов на специализированные объекты. А хранение данных отходов на территории предприятия является несанкционированным, т.к. не отражено в Инструкции по обращению с отходами. Последнее грозит предприятию штрафными санкциями.

Постановлением № 17 установлено, что организации, осуществляющие обращение только с коммунальными отходами производства и у которых отходы первого класса опасности представлены только ртутными и люминесцентными отработанными лампами, проводят инвентаризацию в течение 30 дней. На предприятиях, на которых образуются не только коммунальные отходы, продолжительность проведения инвентаризации может быть различной в зависимости от масштабов предприятия, от количества филиалов, обособленных подразделений. Целесообразно также рассматривать период, равный одному месяцу. За этот период можно получить достаточно достоверную информацию о количестве ряда ежедневно образующихся отходов. По итогам месяца заполняется книга учета отходов ПОД-10. По данной учетной документации можно проследить и динамику образования других отходов, которые образуются на предприятии гораздо реже. Важно в процессе проведения инвентаризации работать со всей документацией, затрагивающей вопросы обращения с отходами.