

да брожения целесообразно применение утилизации теплоты дымовых газов котельной, использование в летний период гелиоустановок и других вторичных источников энергии.

Обобщая всё вышесказанное, можно сделать вывод о том, что реализация проектов производства биогаза приведёт к положительному эффекту: уменьшению загрязнения окружающей среды, сбережению запасов полезных ископаемых, формированию оптимальной схемы энергетического рынка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панцхава Е.С. Биогазовые технологии - радикальное решение проблем экологии, энергет и агрохимии // Теплоэнергетика. 1994. - № 4. - С.36-42.

2. Калужный С.В., Данилович Д.А., Ножевникова А.Н. Анаэробная биологическая очистка сточных вод. - М.: ВИНТИ, Итоги науки и техники, сер. Биотехнология,

т.29, 1991.- 87 с.

3. Рециркуляционное анаэробное сбраживание отходов сельского хозяйства с выработкой биогаза / Т.Я. Андриухин, Н.К. Свириденко, Ю.В. Савельев и др. // Биотехнология. 1989. Т. 5. - №2. - С. 219-225.

4. Ковалёв А.А., Гриднев П.И. Перспективы применения анаэробного сбраживания для переработки навоза // Мех. и электр. с.-х. 1995. №8. - С. 38.

5. Твайделл Дж., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. - М.: Энергоатомиздат. 1998.- 392 с.

6. Баадер В., Доне Е., Брендерфер. - М. Биогаз: теория и практика. - М.: Колос. 1982. -148 с.

7. Баясников И.А., Мишланова М.Ю. Экологически эффективный способ переработки органических отходов. /Актуальные проблемы экологии на рубеже третьего тысячелетия и пути их решения. - Брянск. 1999.

8. Мариненко Е.Е., Комина Г.П. Экологические аспекты использования биогаза. М.: ВНИИЭгазпром, 1990. - 43 с.

УДК 628.543.1

ЛОКАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ СТОКООБРАЗУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

А.М. Кравцов, ассистент, В.И. Блоцкий, студент, А.М. Ган, студент (УО БГАТУ)

В настоящее время все больше внимания в мире и нашей республике обращается на проблемы охраны окружающей среды. Одной из важных задач в этой связи является снижение воздействия вредных факторов на водную среду. Сегодня к одним из наиболее распространенных и опасных загрязнителей поверхностных и подземных вод относятся нефтепродукты. Ранее в СССР значительное внимание уделялось очистке стоков, в особенности в крупных городах и на предприятиях. В меньшей степени уделялось внимание очистке стоков малых объектов, например, нефтебаз и АЗС, АТП и АРП, гаражей и стоянок машин, автопарков и дворов сельскохозяйственной техники, локомотивных депо, котельных и т.д. Это было вызвано, видимо, тем, что недооценивалось влияние на экологическую ситуацию сбросов от малых объектов. При этом не учитывалась многочисленность таких объектов, суммарное воздействие которых на экологическую ситуацию огромно. В настоящее время в Республике Беларусь нефтесодержащие сточные воды без очистки или с частичной грубой очисткой могут сбрасывать тысячи малых предприятий раз-

личных отраслей народного хозяйства. В этом случае в водные источники ежегодно попадают тысячи тонн нефтепродуктов, загрязняя окружающую среду. Такое положение вызвано рядом причин и в первую очередь несовершенством конструкций очистных сооружений, методов и технологических схем очистки.

Малые стокообразующие объекты характеризуются большой рассредоточенностью, что делает экономически нецелесообразной централизованную очистку нефтесодержащих стоков. Так же такого вида сточные воды нельзя сбрасывать в хозяйственную канализацию городов и поселков. Поэтому нефтесодержащие сточные воды большинства малых объектов предполагается обрабатывать на локальных очистных сооружениях.

Анализ работы локальных очистных сооружений, построенных на большинстве предприятий по типовым проектам 20-30-летней давности, показывает, что они не удовлетворяют современным требованиям и экологическим стандартам.

Один из наиболее распространенных типовых проектов локальных сооружений нефтесодержащих сточных

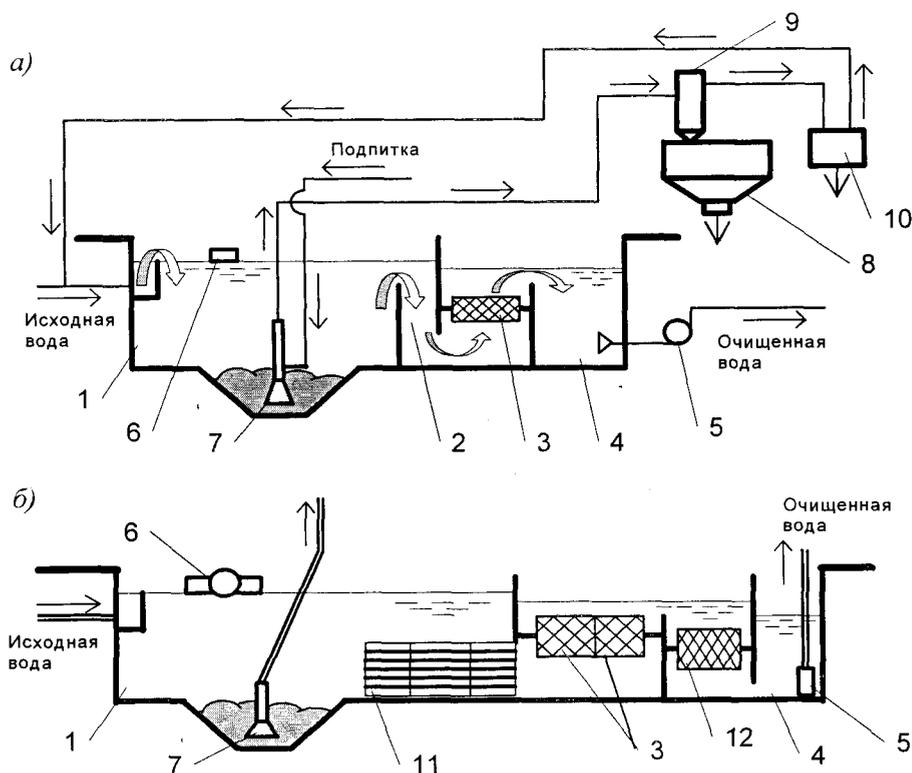


Рис. 1. Технологические схемы очистных сооружений нефтесодержащих сточных вод: а) - типовый проект ТП 902-2-172; б) - усовершенствованный проект: 1 - горизонтальный отстойник; 2 - распределительная камера; 3 - каскадный фильтр; 4 - водозаборная камера; 5 - насос; 6 - нефтесборник; 7 - гидроэлеватор; 8 - бункер для осадка; 9 - напорный гидроциклон; 10 - фильтр доочистки сливной воды; 11 - тонкослойный отстойник; 12 - каскадный сорбционный фильтр

вод показан на рис. 1, а. В соответствии с технологической схемой таких проектов [1] очистка сточных вод производится в горизонтальном отстойнике-нефтеловушке 1 и в каскадном фильтре 3 с фильтрующей загрузкой из различных местных материалов (древесные опилки, керамзит и т.д.). Безусловно, оправдан выбор двух базовых природных процессов - осаждения и фильтрования.

однако все же не решает проблему принципиально.

Сегодня на рынке республики предлагаются и другие сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод, например [3, 4] (рис.2). Эти сооружения имеют свои конструктивные и технологические особенности и преимущества, однако принципиально не отличаются от приведенных выше схем и не решают основной проблемы.

В принципе, эти процессы и соответствующие сооружения могут обеспечить очень высокую степень очистки. Однако, как показывает практика, при эксплуатации таких сооружений возникает ряд сложностей. Отстойник-нефтеловушка 1 не может обеспечить высокой степени очистки и на фильтр 3 приходится слишком большая нагрузка, что приводит к быстрой колюматации дорогостоящей фильтрующей загрузки и необходимости частой ее замены с использованием ручного труда. При этом возникают проблемы утилизации не только извлеченных нефтепродуктов и твердых минеральных осадков, но и отработанных фильтрующих загрузок, что является большой проблемой и вообще снижает смысл природоохранных мероприятий.

В последнее время для улучшения работы сооружений по подобной схеме в них предлагается [2] размещать модуль тонкослойного отстаивания (поз. 11, рис.1,б), что, конечно, позволяет снизить нагрузку на фильтр,

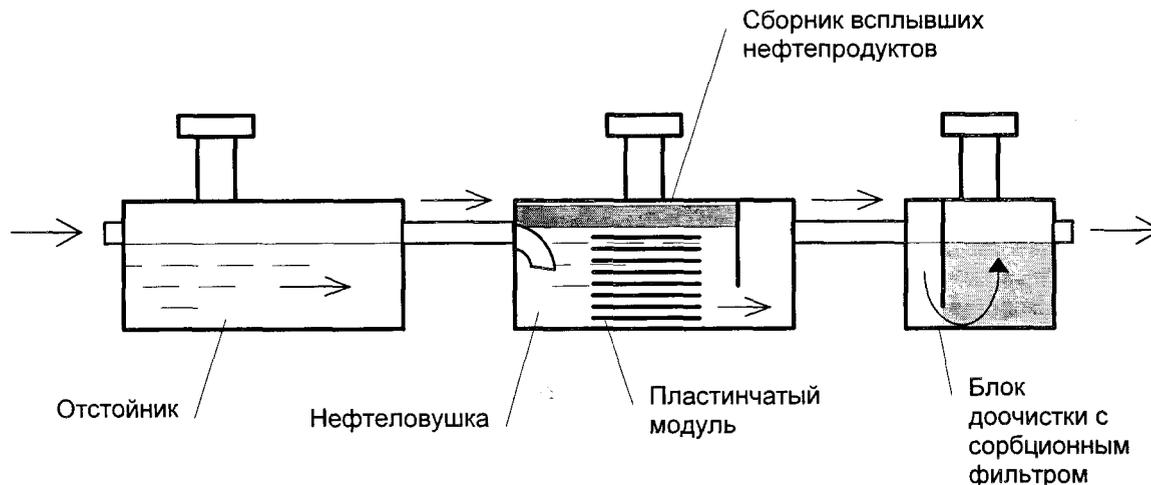


Рис.2. Схема очистных сооружений нефтесодержащих сточных вод

Решение проблемы, на наш взгляд, может быть обеспечено: во-первых, включением между двумя базовыми процессами осаждения и фильтрования вспомогательных процессов. Перспективными являются процессы безреагентной флотации и коалесценции. Эти вспомогательные процессы будут снимать нагрузку на фильтр и не создавать существенных эксплуатационных трудностей. Во-вторых, в качестве фильтрующих загрузок должны использоваться недорогие регенерируемые экологически безопасные материалы. В-третьих, необходимым условием является организация эффективного извлечения и обезвоживания шламов для последующей их утилизации.

Особый интерес при создании высокоэффективных технологий очистки нефтесодержащих сточных вод представляют флотационные процессы. Масла, нефтепродукты и замазученная взвесь являются гидрофобными веществами и легко поддаются флотации. Процесс флотационной очистки сточных вод заключается в диспергировании газа (чаще всего воздуха) в жидкости, содержащей различные загрязняющие примеси. При этом создается развитая, непрерывно обновляющаяся поверхность раздела “воздух-жидкость”, на которой концентрируются частицы загрязнений и выносятся на поверхность жидкости с образованием устойчивого пенного слоя, который легко отделяется, удаляется и после обезвоживания подлежит утилизации. Особенно большое преимущество применения флотационного метода выявляется при разделении мелкодисперсных эмульгированных частиц нефтепродуктов диаметром 1,5-15 мкм, скорость всплытия которых крайне мала для отделения их в отстойниках. При флотации скорость всплытия таких частиц увеличивается в десятки раз.

Обзор научных работ по исследованию процесса флотации сточных вод показал, что данный метод позволяет уменьшить содержание нефтепродуктов в сточных водах до 2-5 мг/л, т.е. практически до пределов растворимости. Помимо удаления механических примесей флотационный метод обеспечивает удаление части растворенных примесей и летучих элементов, снижение значений БПК и ХПК, насыщение воды кислородом, содержание которого после нефтеловушки-отстойника крайне мало. Кроме этого, флотация эффективна для извлечения из сточных вод ПАВ, что особенно важно при обработке нефтесодержащих сточных вод после мойки автотранспорта, сельскохозяйственной техники, агрегатов, механизмов и в других случаях, связанных с применением моющих средств.

Косвенно о возросшем интересе к процессу флотации говорит большое количество патентов на методы и устройства флотационной очистки нефтесодержащих сточных вод, а также комбинированных сооружений с использованием данного процесса (патенты России №№ 6391, 6788, 6789, 8699, 9216, 9217, 9218, 10349, 2029733, 2036156, 2036157, 2049732, 2051117, 2077492, 2090513, 2091315, 2091316, 2093470, 2102330, 2102335, 2111170, 2114062, 2114063, 2118294, 2119891, 2125970, 2129528, 2130897, 2135299, 2136598, 2155716; патенты США №№

5484534, 5492630, 5516433, 5516434, 5520806, 5522999, 5525238, 5538631, 5545330, 5580463, 5584995, 5591347, 5643459, 5656173, 5662804, 5693222, 5693263, 5707530, 5725764, 5728304, 5766484, 5814228, 5900154, 5897772, 5942111, 5958240, 5976368, 6074557, 6083389, 6174435, 6217772, 6337023, 6344147, 6346197 и др.).

Наиболее часто применяется безреагентная флотация, при этом основное внимание уделяется напорной флотации и флотации с механическим диспергированием воздуха как наиболее высокоэффективным и экономичным процессам.

Патентный поиск и анализ технических решений мировой практики показал также, что перспективным является разработка малогабаритных комбинированных установок с высокой степенью автоматизации и механизации приемов эксплуатации (патенты России №№ 5990, 6191, 6392, 6560, 6561, 6562, 6792, 7404, 7674, 7992, 8349, 2006474, 2013375, 2022933, 2031852, 2036845, 2038318, 2039709, 2047568, 2048441, 2048442, 2051110, 2051115, 2051116, 2060955, 2077487, 2079437, 2085498, 2102112, 2102332, 2102339, 2103227, 2104956, 2104957, 2105592, 2106313, 2107032, 2114786, 2116875, 2119457, 2120420, 2123977, 2130901, 2130902, 2158233, 2160714, 2160715; патенты США №№ 5445730, 5516434, 5545330, 5591347, 5647977, 5730878, 5840183, 5958240, 6132620, 6270663).

Анализ патентных материалов показал, что прогресс, как правило, достигается следующими способами: наиболее эффективного сочетания различных методов очистки, в частности осаждения в тонкослойных отстойниках, различных видов флотации, электрокоагуляции, коалесценции и фильтрования; рационального размещения отдельных узлов и элементов очистного оборудования; многоцелевого использования механизмов сооружений; применения в технологических процессах очистки высокоэффективных местных материалов, в том числе отходов производства.

В республике имеется опыт разработки и внедрения сооружений нового поколения. Так, МИПК при БГПА (ныне ИПК и ПК БНТУ) совместно с проектным институтом “Белпромпроект” была разработана и внедрена в производство технологическая схема очистки дождевых нефтесодержащих сточных вод [5] (рис.3), основой которой является малогабаритная комбинированная установка (далее МКУ), выполненная согласно научной разработке по патенту РБ № 67 [6].

В соответствии с технологической схемой (рис.3) первичная грубая очистка нефтесодержащих сточных вод производится в аккумулярующем резервуаре-отстойнике 1. Тонкая очистка осуществляется в МКУ-2, в которой реализована последовательная комбинация различных процессов водоочистки, таких как струйная и напорная флотации, коалесценция и фильтрация. Опыт эксплуатации показал, что эффект очистки сточных вод в МКУ составляет: по взвешенным веществам - до 90 %, по нефтепродуктам - до 95 %, БПК_{полн} - 60 %. При этом остаточные концентрации примесей не превышают: взве-

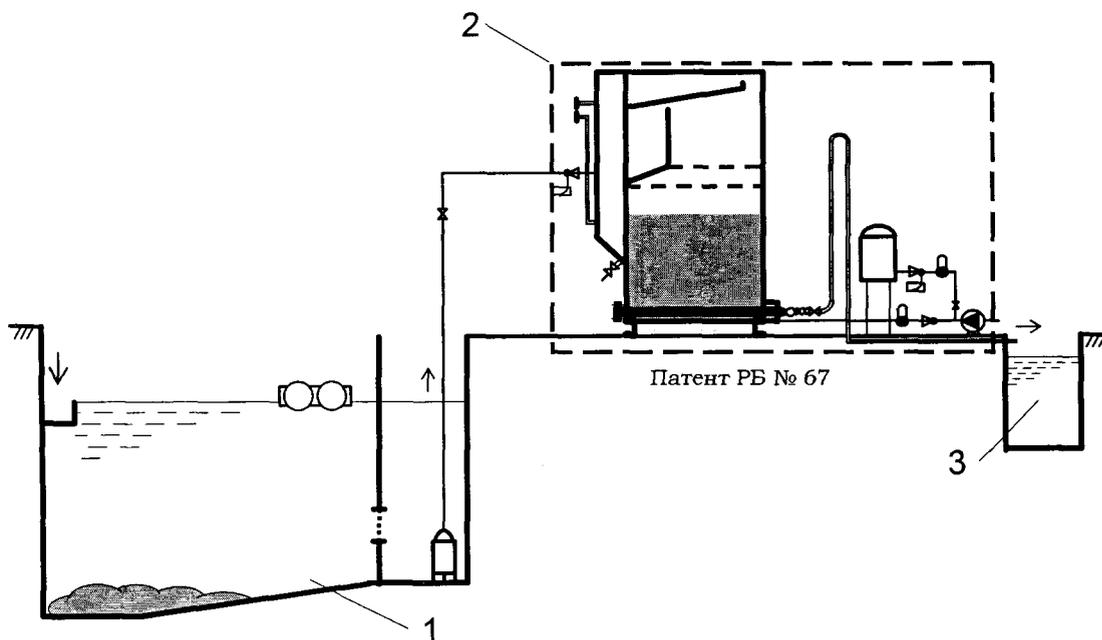


Рис. 3. Технологическая схема очистки дождевых нефтесодержащих сточных вод: 1 - аккумуляторный резервуар-отстойник; 2 - малогабаритная комбинированная установка; 3 - резервуар чистой воды

шенных веществ - 10-12 мг/л, нефтепродуктов - 1,0-2,0 мг/л, БПК_{полн} - 8 мг/л. Такая вода может использоваться для технических нужд в оборотном водоснабжении предприятия. При необходимости достижения более высоких норм ПДК для сброса очищенной воды в канализацию или открытые водоемы на заключительной стадии предусматривается дополнительно применять сорбционный фильтр, нагрузка на который минимальна, что обеспечит его устойчивую и длительную работу.

МКУ характеризуется высокой степенью автоматизации и механизации приемов эксплуатации. Для обслуживания скорого зернистого фильтра предусмотрена гидроэлеваторная установка. Это позволяет производить активную регенерацию и пополнение зернистой загрузки, а также механизированную замену в случае необходимости.

Комбинация различных процессов в одной установке предполагает ряд преимуществ:

- во-первых, повышается эффективность каждого отдельного процесса за счет устранения на предыдущей ступени очистки негативных факторов, отрицательно влияющих на последующие стадии очистки. Особенно это касается процесса фильтрации. Как было сказано выше, применение процесса фильтрации для очистки нефтесодержащих сточных вод затруднено в связи с большой концентрацией нефтепродуктов и замазученного осадка, что приводит к быстрой коагуляции фильтрующей загрузки. В данной же разработке при помощи трех предварительных стадий очистки (струйная флотация - напорная флотация - контактная коалесценция) удаляется основная часть примесей, что обеспечивает устойчивую

и наиболее эффективную работу фильтра;

- во-вторых, применение малогабаритных комбинированных установок позволяет сократить занимаемые сооружениями площади, снизить капитальные затраты на строительно-монтажные работы, снизить эксплуатационные затраты на техническое обслуживание оборудования, уменьшить общую длину и упростить коммуникационные связи между элементами сооружений, сократить затраты энергии на перемещение жидкостей и т.д. В некоторых случаях применение малогабаритных комбинированных установок неизбежно при реконструкции существующих очистных сооружений, что связано с ограниченностью свободного пространства на действующем предприятии.

Таким образом, на наш взгляд, разработка по патенту РБ № 67 [6] может стать основой для проектирования и широкого внедрения прогрессивных сооружений очистки нефтесодержащих сточных вод малых стокообразующих объектов. При этом отметим, что данная разработка может быть улучшена путем замены энергоемкой напорной флотации на более экономичный способ получения мелких пузырьков, например, механическим или гидродинамическим диспергированием воздуха. Кроме экономии электроэнергии это позволит снизить стоимость установки и упростить ее эксплуатацию. В то же самое время такое усовершенствование является достаточно сложной научной и конструкторской задачей, что потребует проведения соответствующих научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Вывод. Проведенный аналитический обзор литературы и патентный поиск показали, что имеются предпо-

сылки и достаточные основания для проведения дальнейших научных и конструкторских изысканий в направлении совершенствования и широкого внедрения в народное хозяйство республики сооружений очистки нефте-содержащих сточных вод малых стокообразующих объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муратова Л.А., Гольдин А.Я., Молодов П.В. Водопотребление и водоотведение автотранспортных и автотормонтных предприятий.-М.: Транспорт, 1988.-207с.
2. Лазовский С.В., Сурский В.А. Новая жизнь старых нефтеловушек // Вода. 2001.- № 2.- С. 2-3.
3. Временные указания по применению, подбору и оценке эффективности работы локальных комплексов АО "Лабко" для очистки нефте- и жиросодержащих сточ-

ных вод. Россия, АО"Лабко", 2000. -92 с.

4. Локальные комплексы очистки сточных вод фирмы "ЛАВКО" // Водоснабжение и санитарная техника. 2001.- № 2.- С. 21-22.

5. Кравцов А.М. Проблемы очистки нефтесодержащих сточных вод. Конструкции и расчеты узлов сооружений водоочистки // Современное состояние, проблемы и перспективы использования водных ресурсов Беларуси: Материалы Водного Форума / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. ЦНИИКИВР.- Минск, 2003. - С. 199-203.

6. Пат. 67 U BY, МКИ С 02 F 1/24. Устройство для очистки сточных вод / М.В. Кравцов, А.М. Кравцов. № 19990041; Заявл. 12. 04.1999; Опубл. 30.12.1999 // Афіцыйны бюлетэнь / Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. 1999. - № 4.- С. 197.

УДК 621.316.1:621.319.4

НОВЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПОДХОДЫ К РАСЧЕТАМ С ПОТРЕБИТЕЛЯМИ ЗА РЕАКТИВНУЮ ЭНЕРГИЮ

А.И. Жуковский, канд. техн. наук (УО БГАТУ)

Большинство приемников электрической энергии переменного тока (электродвигатели, трансформаторы, газоразрядные лампы и т.п.) вместе с активной энергией потребляют из сети реактивную энергию, которая необходима для создания переменного электромагнитного поля. В свою очередь, компенсирующие устройства, устанавливаемые у потребителей, могут не только компенсировать потребляемую реактивную мощность, но и генерировать ее в сеть энергосистемы. Реверсивные потоки реактивной мощности в электрических сетях приводят к дополнительным потерям активной энергии и в ряде случаев вызывают недопустимые отклонения напряжения у потребителей, снижают пропускную способность сетей, приводят к недоиспользованию генераторов на электростанциях и другим негативным последствиям.

Вполне естественно, что энергосистеме невыгодно бесконтрольное потребление и генерация реактивной энергии потребителями, из-за чего она ежегодно несет убытки, исчисляемые десятками миллионов долларов. На протяжении последних 30 лет неоднократно предпринимались попытки введения в действие штрафных санкций к потребителям за несанкционированный

прием и отдачу реактивной энергии, однако, в силу ряда юридических и экономических причин, ожидаемого результата они не принесли.

В частности, в 1991 году был введен в действие Прейскурант №09-01, в котором были установлены скидки и надбавки к тарифам на электрическую энергию за компенсацию реактивной мощности (КРМ) [1]. По существу это были тарифные ставки за 1 квар·ч реактивной энергии, потребляемой из сети и генерируемой в сеть энергосистемы. Существование платы за реактивную энергию дисциплинировало потребителей в плане потребления и генерации реактивной энергии и подстегивало их к оснащению собственными компенсирующими устройствами.

Вследствие высоких темпов инфляции в начале 90-х годов тарифные ставки на электроэнергию стали быстро обесцениваться, и в 1993 году было введено в действие «Положение о государственном регулировании тарифов на электрическую энергию, отпускаемую от электрических сетей Минэнерго Республики Беларусь». Однако механизм индексации ставок на реактивную энергию в данном «Положении» своего отражения не нашел. В итоге к началу 2003 года применявшиеся ставки пол-