

Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР
Ордена Трудового Красного Знамени
Академия коммунального хозяйства им. К.Д.Памфилова

Утверждено
приказом министра жилищно-
коммунального хозяйства РСФСР
от 17 ноября 1983 г. № 534

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО РАСЧЕТУ СРЕДНЕГОДОВЫХ НОРМИРУЕМЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСХОДА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОСВОДАЕНИЯ

Отдел научно-технической информации АИХ
Москва 1984

Настоящие рекомендации содержат методику расчета норм расхода электроэнергии и топлива, а также мероприятий по их экономии в системах коммунального водоснабжения и водоотведения. Кроме того, даны указания по порядку разработки нормативов.

Рекомендации разработаны НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ (кандидаты техн. наук М.П. Майзельс, И.С. Кобозев при участии кандидатов техн. наук Г.Г. Непаридзе (прил. 2), Н.А. Терентьевой (прил. 3) и Л.Л. Гольдфарба (прил. 5, 6) совместно с трестом Росводоканалналадка (инженеры В.А. Семеняка, Г.П. Куприянова) и ВНИИ ВОДГЕО (кандидаты техн. наук Е.М. Глазунов и А.Ф. Шевелев (прил. 7)).

Предназначены для использования в ПУВКХ городов и поселков и в целом для производственных предприятий АССР, края, области.

Замечания и предложения по настоящим рекомендациям просьба направлять по адресу: 123373, Москва, Д-373, Волоколамское шоссе, 87, НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие рекомендации разработаны в соответствии с "Основными положениями по нормированию расходов топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве", утвержденными Постановлением Госплана СССР от 17.12.80 г. № 199.

Целью рекомендаций является определение единого метода и формы расчета среднегодовых норм расхода электрической энергии и топлива в водном коммунальном хозяйстве.

2. Нормирование расхода электрической энергии и топлива — это установление плановой меры их потребления.

Нормированию подлежат все расходы электрической энергии на основные и вспомогательные производственно-эксплуатационные нужды (отопление, вентиляция, освещение и другие нужды), включая потери в сетях, независимо от объема потребления указанных ресурсов и источников энергоснабжения. Нормированию подлежат также расход и выработка топлива в технологии обработки сточных вод.

3. Основная задача нормирования — обеспечить применение при планировании и в производстве технически и экономически обоснованных, прогрессивных норм расхода топлива, тепловой и электрической энергии для осуществления режима экономии, рационального распределения и наиболее эффективного их использования.

4. Нормы расхода электроэнергии и топлива должны разрабатываться на всех уровнях планирования по системам коммунального водоснабжения и водоотведения на единой методической основе в соответствии с настоящими рекомендациями;

учитывать условия производства, достижения научно-технического прогресса, планы оргтехмероприятий, предусматривающие рациональное и эффективное использование энергии;

систематически (ежегодно) пересматриваться с учетом планируемого развития и технического прогресса производства, достигнутых наиболее экономичных показателей использования топливно-энергетических ресурсов;

способствовать максимальной мобилизации внутренних резервов экономии энергетических ресурсов, выполнению плановых заданий и достижению высоких экономических результатов производства.

5. Нормы расхода электрической энергии и топлива в водопроводно-канализационном хозяйстве - это плановые показатели расхода этих ресурсов на подачу в сеть 1000 м³ питьевой воды установленного качества и отведение 1000 м³ сточных вод (в том числе очищенных до установленного качества при наличии очистных сооружений).

6. Нормы расхода электрической энергии и топлива в производстве классифицируются по следующим основным признакам:

по степени агрегации - на индивидуальные и групповые;

по составу расходов - на технологические и общепроизводственные;

по периоду действия - на годовые и квартальные.

7. Индивидуальная норма - норма расхода энергии на производство единицы продукции (1000 м³ питьевой воды или сточной жидкости, 1 т осадка, 1 кг озона, хлора и т.п.), которая устанавливается по отдельным энергопотребляющим агрегатам, машинам, установкам, технологическим схемам.

8. Групповая норма определяет расход энергии на подачу питьевой воды или отведение сточной жидкости на отдельный объект, включающий несколько энергопотребляющих агрегатов и установок, например, насосная станция, очистные сооружения или в целом на систему водоснабжения (водоотведения), или на производственное объединение.

9. Технологическая норма расхода энергии включает весь расход энергии на основные и вспомогательные технологиче-

ские процессы транспортирования и обработки питьевых и сточных вод, а также на технически неизбежные потери энергии при работе оборудования.

К основным технологическим процессам относится работа насосного оборудования, воздухоудвухных агрегатов, мешалок, дробилок и др. К вспомогательным технологическим процессам относится работа грузоподъемных механизмов, привода запорной арматуры и т.п. Технологические нормы устанавливаются на насосные станции, станции по очистке питьевых и сточных вод, на сооружения по обработке осадка и т.д.

При нормировании расхода топлива устанавливаются только технологические нормы расхода.

10. Общепроизводственная норма включает весь расход энергии, входящей в состав технологических норм, расход на вспомогательные производственные нужды (отопление, вентиляция, освещение, внутрицеховой транспорт и проч.), а также технически неизбежные потери энергии в сетях и трансформаторах. Общепроизводственная норма устанавливается в целом на предприятии или объединении.

11. В нормы расхода энергии не включаются иррациональные затраты и потери, вызванные отступлением от принятой технологии или режимов работы, на научно-исследовательские и экспериментальные работы, строительство и капитальный ремонт зданий и сооружений, монтаж, пуск и наладку нового технологического оборудования и сооружений, отпуск на сторону (поселки, столовые, клубы, детские сады и т.д.), подсобное хозяйство и т.п.

Все перечисленные расходы энергии нормируются отдельно.

12. Установление норм расхода электроэнергии и топлива проводится по статьям расхода энергии. Примерный состав норм расхода энергии для предприятий водопроводно-канализационного хозяйства приведен в прил. I. На этой основе с учетом местных условий на каждом предприятии определяется конкретный состав норм расхода.

В тех случаях, когда электрические сети и трансформаторы подают электроэнергию на различные сооружения, потери энер-

гии в них распределяются пропорционально расходу энергии на этих сооружениях.

13. Размерность норм расхода энергии должна соответствовать единицам измерения, принятым при планировании и учете расходов энергии и воды. Расход энергии нормируется: электрическая энергия - в киловатт-часах (кВт.ч); котельно-печное топливо - в килограммах условного топлива (кг усл.т.).

Общепроизводственные нормы расхода энергии разрабатываются на подачу в сеть 1000 м³ воды и на отведение 1000 м³ сточной жидкости (в том числе прошедшей очистку).

Индивидуальные нормы расхода для отдельных видов оборудования, технологических процессов устанавливаются на единицу соответствующей продукции (на 1000 м³ воды; на 1000 т.м перекаченной воды, на 1 т осадка; на 1 кг хлора, озона и т.п.).

II. МЕТОД РАЗРАБОТКИ НОРМ РАСХОДА

14. При разработке норм расхода энергии используются расчетно-аналитический, опытный и расчетно-статистический методы.

Основным и наиболее прогрессивным методом является расчетно-аналитический, который предусматривает определение норм расхода энергии расчетным путем по статьям расхода на основе прогрессивных показателей использования энергоресурсов в производстве.

15. Для расчета индивидуальных и групповых технологических норм расхода электроэнергии для насосных и воздухоподогревательных станций рекомендуется применение расчетно-аналитического метода. При вводе новых сооружений в качестве исходных данных используются напорно-расходные характеристики и КПД из каталогов и паспортов оборудования, а также показатели неравномерности его работы из проектов. Для действующих сооружений расчеты групповых норм на планируемый период следует осуществлять не прямым расчетом по составляющим расхода, а путем расчета изменения расхода энергии в планируемом году по сравнению с отчетным годом.

16. Изменения норм расхода могут быть связаны с объективным изменением условий работы системы (ввод новых и ликвидация старых сооружений, изменение уровня подземных вод и т.д.) и должны учитывать проведение организационно-технических мероприятий (ОТМ), направленных на экономию энергии. При этом нормы могут изменяться как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

17. Для обоснованного расчета планируемых норм расхода энергии необходимо производить расчеты расхода энергии за отчетный год. Эти расчеты должны учитывать фактические режимы работы оборудования, а также паспортные и фактически замеренные значения КПД. Сравнение фактических и расчетных расходов энергии позволяет выявить и оценить имеющиеся резервы экономии энергии, в том числе те, которые находят отражение в ежегодно разрабатываемых планах ОТМ по экономии энергии. Одновременно эти расчеты позволяют дифференцировать норму, утвержденную на предшествующий год, по статьям расхода энергии.

18. Расходы энергии на технологические процессы очистки питьевых и сточных вод, а также на вспомогательные нужды допускается определять по нормам, устанавливаемым расчетно-статистическим методом и приводимым в прил. 2-6.

19. Нормы расхода энергии на планируемый период W определяются корректировкой утвержденной нормы за отчетный год с учетом внедрения оргтехмероприятий, ввода новых объектов, изменения структуры производства и т.д. по формуле:

$$W = \frac{\Pi W_t \pm A}{\Pi}, \quad (I)$$

где W_t - норма расхода энергии за отчетный год; Π - плановый выпуск продукции (подача воды в сеть или объем отводимых сточных вод в новом году, тыс.м³/год); A - экономия энергии, получаемая от внедрения в производство нового оборудования и оргтехмероприятий, или объективно необходимое увеличение или уменьшение расхода энергии, не учтенное в нормах за отчетный год (кВт.ч и кг усл.т. в год).

20. Основными исходными данными для определения норм расхода топлива и электрической энергии на предприятии являются:

принципиальные технологические схемы сооружений (водозаборы, насосные и очистные станции, станции подкачки и перекачки сточных вод, обработка осадка, вспомогательные службы);
принципиальная схема электроснабжения;

техническая документация (основные характеристики и паспорта наиболее энергоемкого оборудования и результаты его фактических испытаний; пьезометрические отметки уровней воды в водоемностях, резервуарах, осей насосов, манометров и маповаккуумметров и т.п.);

данные о режимах работы системы (выписки из эксплуатационных журналов о суточных и часовых расходах воды, изменении уровня воды и давлений);

данные о плановых и фактических расходах воды и энергии за прошедший период в целом по системе и по ее отдельным сооружениям (где ведется учет расходов воды и энергии);

план подачи воды и отведения сточных вод на планируемый период;

результаты проведенных ранее расчетов, обследований и наладочных работ, направленных на экономию энергоресурсов;

данные передового опыта отечественных и зарубежных предприятий по рациональному использованию энергии;

планы организационно-технических мероприятий за предшествующие годы и акты проверок использования энергии на предприятии;

задания по снижению норм расхода топлива и электрической энергии, устанавливаемые вышестоящими организациями.

21. Разработку норм расходования электроэнергии для предприятий водопроводно-канализационного хозяйства рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- а) подготавливаются необходимые исходные данные (см. п. 20);
- б) определяется состав статей расхода электроэнергии для данного предприятия (в соответствии с прил. 1);

в) выделяются статьи расхода, по которым нормы могут быть приняты в соответствии с прил. 2-6;

г) для остальных статей расхода проводятся расчеты потребного количества электроэнергии за год, исходя из режимов работы оборудования за предшествующий год. При этом используются выборки данных из журналов эксплуатации, позволяющие учесть время работы каждого агрегата, в том числе различной их производительности. КПД оборудования принимается по паспортным и каталожным данным. Если имеются фактически снятые характеристики агрегатов, то расчет проводится также с их использованием, а выявленный перерасход электроэнергии должен учитываться при разработке плана ОТМ;

д) для каждой группы сооружений, имеющей отдельный учет расхода электроэнергии, определяется суммарный расчетный расход электроэнергии за год и его процентное распределение. Значительная разница между величинами фактических и расчетных расходов электроэнергии может объясняться различными причинами (неправильный учет расходов воды, снижение фактических КПД, наличие дросселирования и т.п.). В этих случаях в планах ОТМ следует предусматривать также совершенствование учета и снятие фактических характеристик агрегатов (прил. 7 и 8);

е) полученная в результате расчетов структура расходования электроэнергии, а также данные о фактических расходах по отдельным сооружениям или их группам, используются для распределения величины общепроизводственной утвержденной нормы за предшествующий год по статьям расхода;

ж) одновременно с проведением расчетов устанавливаются наиболее существенные резервы экономии электроэнергии. Здесь учитываются возможности повышения КПД, снижения избыточных напоров, развиваемых насосными станциями; выравнивания режима их работы за счет использования регулирующих емкостей; отключения отдельных воздухоподогревателей в отдельные периоды времени и т.д. Все это служит основанием для оценки экономической эффективности различных мероприя-

тий с целью выбора наилучших вариантов и установления очередности их включения в планы ОТМ (см. прил.7);

з) величины А и П в формуле (1) по статьям расхода, для которых ожидается изменение расхода электроэнергии, рассчитываются отдельно с учетом времени ввода новых сооружений и сроков реализации плана ОТМ.

22. Приведенная методика позволяет не только разработать общепроизводственную норму расхода электроэнергии для системы водоснабжения (водоотведения) на планируемый период, но и более обоснованно составить план ОТМ по экономии энергии, а также установить дифференцированные нормы расхода электроэнергии по отдельным группам сооружений. При плохо налаженном учете расходов и напоров воды выявление имеющихся резервов значительно усложняется, однако и в этом случае возможна разработка норм расходования энергии и плана ОТМ по ее экономии в соответствии с настоящими рекомендациями.

23. В целях наиболее полного выявления резервов экономии электроэнергии и топлива водопроводно-канализационным предприятиям рекомендуется не реже одного раза в пять лет проводить расчет норм расхода на основе детального анализа условий эксплуатации всех сооружений (включая систему подачи и распределения воды), в том числе с использованием всех рекомендаций п.21. В остальные годы допускается расчет планируемых норм проводить на основе результатов ранее выполненных расчетов по обоснованию норм расхода электроэнергии и топлива в предшествующий год.

24. Расчет норм расходования топлива на технологические нужды сооружений по очистке сточных вод и обработке осадка проводится в том же порядке с использованием формулы (1).

III. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТЧЕТНОСТИ ПО НОРМАМ И КОНТРОЛЬ ЗА ИХ ВЫПОЛНЕНИЕМ

25. Среднегодовые нормы расхода топлива и электрической энергии, а также планы ОТМ (организационно-технических мероприятий) по их экономии ежегодно разрабатываются произ-

водственными предприятиями водопроводно-канализационного хозяйства городов (поселков) и утверждаются упркомхозами АССР, края, области.

26. Руководство разработкой планов организационно-технических мероприятий по экономии и нормам расхода топливно-энергетических ресурсов осуществляет главный инженер объединения, предприятия, который несет персональную ответственность за их техническую обоснованность и внедрение.

27. Производственные предприятия в пределах утвержденных среднегодовых общепроизводственных норм устанавливают внутри предприятия групповые нормы по цехам на год и по кварталам. При этом средневзвешенная величина квартальных норм должна быть равна утвержденной среднегодовой норме расхода.

28. Разработка заданий по среднему снижению норм расхода топлива и электрической энергии на планируемый год начинается снизу - с производственных объединений (предприятий) и организаций. На основе развертывания социалистического соревнования и использования внутрихозяйственных резервов производственные объединения и предприятия разрабатывают прогрессивные показатели встречного плана по экономии топливно-энергетических ресурсов в сравнении с нормами и заданиями пятилетнего плана на планируемый год, которые должны учитываться вышестоящими организациями.

29. Водопроводно-канализационные предприятия ежегодно направляют в минжилкомхозы АССР, край(обл)водоканал или упркомхоз расчеты норм расхода электроэнергии на планируемый период, сведенные в табличную форму (прил.9), пояснительную записку и план ОТМ. Кроме того, направляется справка по расходам топлива на технологические нужды за предшествующий год и предлагаемая величина норм расхода топлива с учетом ожидаемой экономии и использования газа метантенков.

Минжилкомхозы АССР, край(обл)водоканалы или край(обл)упркомхозы направляют в Главводоканал Минжилкомхоза РСФСР расчеты норм, сведенные в табличную форму (прил.10), перечень основных ОТМ и расчеты дополнительных расходов ТЭР. Нормы

расхода определяются как средневзвешенная величина норм по городам и населенным пунктам АССР, края, области.

Пример расчета норм расхода электроэнергии по системе водоснабжения приведен в прил. II.

IV. ПОРЯДОК УЧЕТА РАСХОДОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ВОДЫ

30. Для контроля за выполнением норм расхода электрической энергии и топлива на предприятиях должен быть организован учет их расхода с помощью приборов, устанавливаемых в соответствии с правилами технической эксплуатации.

31. Количество электроэнергии, полученное для питания объектов водопроводно-канализационного предприятия от энергоснабжающей организации, определяется по показаниям счетчиков электроэнергии. Если питающая трансформаторную подстанцию линия электропередачи находится на балансе производственного управления Водоканал, счетчик электроэнергии устанавливается в "голове" питающей линии.

32. Энергопотребляющие агрегаты с расходом электроэнергии, превышающим 300 тыс. кВт.ч/год, должны иметь индивидуальный учет расхода электроэнергии.

33. Для организации учета основных технологических показателей работы насосных станций в соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест" должны быть установлены: вакуумметр или мановакуумметр на всасывающей патрубке насоса; манометр на напорной патрубке насоса; амперметр, вольтметр, ваттметр и электросчетчик у электродвигателей (в соответствии с п. 32); расходомер и манометр на напорном водоводе (коллекторе).

34. Особое внимание должно быть обращено на учет расходов воды насосными станциями второго подъема с помощью расходомеров, так как определение фактических удельных расходов и норм расходования электроэнергии проводится на основе данных об общей подаче воды в сети. Как правило, должна фиксировать-

ся ежесуточная и ежечасная подача воды в сеть. Объективный учет расходов воды должен ориентировать абонентский отдел ПУВКХ на сокращение расхождения между объемами поданной и реализованной воды за счет установки стационарных и контрольных водосчетчиков у потребителей.

V. РАСЧЕТ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

35. Расчет расхода электроэнергии проводится для каждой насосной станции и для каждой станции по очистке питьевых и сточных вод. Годовой расход электроэнергии определяется как сумма расходов электроэнергии по всем видам основного и вспомогательного оборудования с учетом времени его работы, а для основных насосных и воздухоподогревателей - с учетом фактического режима их работы.

36. Расчет расхода электроэнергии каждым насосным агрегатом следует проводить с использованием формулы, определяющей потребляемую мощность:

$$N = \frac{2,73 \times 10^{-3} Q H j}{\eta_n \eta_{гв} \eta_n} \text{ кВт}, \quad (2) \quad \checkmark$$

где Q - часовая производительность насоса, м³/ч; H - полный напор, развиваемый насосом, м; j - удельный вес жидкости, 1000 кг/м³; $\eta_n, \eta_{гв}, \eta_n$ - КПД насоса, двигателя и передачи.

Полный напор насоса равен манометрическому напору плюс разность скоростных напоров в напорном и всасывающем патрубках.

При наличии манометра и мановакуумметра полный напор

$$H = H_M \pm H_B + H_0 + \frac{v_H^2 - v_B^2}{2 \times 9,81} \text{ м}, \quad (3)$$

где H_M - показания манометра; H_B - показания вакуумметра, и (знак "минус" соответствует положительному избыточному дав-

лению, знак "плюс" - разряжению); H_0 - расстояние между местом установки манометра и вакуумметра по вертикали, м; v_n, v_v - скорости в напорном и всасывающем патрубках, м, (в местах присоединения манометра и вакуумметра), определяются по расходу воды и площадям поперечного сечения напорного и всасывающего патрубков.

КПД насоса следует принимать по паспортной характеристике $Q-H-\eta$, КПД электродвигателей следует принимать по паспорту.

37. Для выявления изменения характеристик насосов $Q-H-\eta$ в процессе эксплуатации следует построить фактические характеристики насосных агрегатов по результатам натурных испытаний в соответствии с прил. 8. Для оценки потерь энергии вследствие износа агрегата следует сравнить расход электроэнергии, определенный по фактической и паспортной характеристике.

38. При работе основных насосных агрегатов в переменном режиме определяется Q , H и η на каждом режиме работы, а затем рассчитывается годовой расход электроэнергии каждого агрегата:

$$W = 2,73 \times 10^{-3} \sum \frac{Q_i H_i}{\eta_{ni} \eta_{gv}} T_i \text{ кВт.ч/год,} \quad (4)$$

где T_i - время работы агрегата на i -ом режиме, ч/год.

При вводе в действие новой насосной станции величины Q и H рекомендуется принимать по проекту исходя из трех режимов работы с максимальной, средней и минимальной подачей. При этом КПД принимаются по паспортным характеристикам в зависимости от Q_i и $\sum Q = \sum Q_i t_i$.

При расчете расхода электроэнергии на действующих насосных станциях на основе анализа данных журналов эксплуатации устанавливаются несколько режимов работы насосов и соответствующее время их работы. Для насосных станций первого подъема и станций по перекачке сточных вод выделяются 2-3 режима

в течение года, а для насосных станций второго и последующих подъемов - несколько режимов в зависимости от неравномерности подачи каждого агрегата.

Для получения представительной выборки данных рекомендуется использовать журналы эксплуатации насосных станций с записями ежечасной подачи и напора воды за 24 сут (например, за 1 и 15 числа каждого месяца), для насосных станций первого подъема - за 12 сут.

При расчете суммарного расхода электроэнергии насосными агрегатами каждой насосной станции должны соблюдаться условия равенства общей годовой подачи воды насосной станции и суммарной подачи всех агрегатов за год.

Общая расчетная подача насосных станций второго подъема (а также насосных станций первого подъема, работающих непосредственно в сеть) должна равняться расчетной годовой подаче в сеть.

39. Расчет расхода электроэнергии каждым воздуходушным агрегатом следует проводить с использованием формулы, определяющей потребляемую мощность:

$$N_p = \frac{26,8 \times 10^3 Q_p \Delta P}{\eta} \text{ кВт,} \quad (5)$$

где $26,8 \times 10^3$ - переводной коэффициент; Q_p - расход воздуха, м³/ч (определяется в соответствии с п. 39 настоящих рекомендаций); ΔP - избыточное давление, создаваемое воздуходушным агрегатом, Па; η - КПД воздуходушного агрегата (для ориентировочных расчетов $\eta = \eta_m \eta_{ад} \eta_{об} \eta_{дв}$), где η_m - механический КПД, учитывающий потери на трение в подшипниках и другие аналогичные потери ($\eta_m = 0,97-0,99$); $\eta_{ад}$ - адиабатический КПД, выражающий отношение работы адиабатического сжатия к полной действительной работе ($\eta_{ад} = 0,6-0,75$); $\eta_{об}$ - объемный КПД, учитывающий утечки воздуха через уплотнения ($\eta_{об} = 0,95-0,99$); $\eta_{дв}$ - КПД электродвигателя.

При определении величины η рекомендуется использовать имеющиеся паспортные данные.

40. Расход воздуха Q_p подсчитывается по формуле

$$Q_p = D q_{св} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (6)$$

где $q_{св}$ - расход сточной воды, $\text{м}^3/\text{ч}$; D - удельный расход воздуха рассчитывается по формуле СНиП П-32-74

$$D = \frac{\mathcal{L} \Delta \text{БПК}}{K_1 K_2 n_1 n_2 (C_p - C)} \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (7)$$

где \mathcal{L} - удельный расход кислорода, $\text{мг}/\text{мг}$ снятой БПК, зависит от степени очистки (для полной биологической очистки $\mathcal{L} = 1,1$); $\Delta \text{БПК}$ - величина снятой БПК ($\text{мг}/\text{л}$), равная БПК поступающей сточной воды в среднем за год за вычетом БПК очищенной сточной воды в среднем за год или подсчитанная делением снятой БПК за год на объем пропущенной за годы воды; K_1 - коэффициент, учитывающий тип аэратора, для мелкопузырчатых аэраторов принимается в зависимости от относительной площади аэрации f/F , для среднепузырчатых аэраторов и низконапорной системы $K_1 = 0,75$ (см. ниже):

f/F	K_1	n_2	f/F	K_1	n_2
0,05	1,34	0,59	0,4	1,94	0,72
0,1	1,47	0,59	0,5	2	0,77
0,2	1,68	0,64	0,75	2,13	0,88
0,3	1,89	0,66	1	2,3	0,99

K_2 - коэффициент, зависящий от глубины погружения аэратора h_1 , м:

h_1	K_2	h_1	K_2	h_1	K_2
0,5	0,4	0,8	0,8	3	2,08
0,6	0,46	0,9	0,9	4	2,52
0,7	0,6	1	1	5	2,92

n_1 - температурный коэффициент (обычно принимают $n_1=1$);
 n_2 - коэффициент, учитывающий физико-химические свойства сточной воды, для бытовых сточных вод в отсутствие ПАВ $n_2=1$, в присутствии ПАВ принимается в зависимости от

величины относительной площади аэрации f/F ; C_p - растворимость кислорода воздуха в воде на $1/2$ глубины аэротенка (h , м) рассчитывается следующим образом:

$$C_p = C_T \frac{10,3 + \frac{h}{2}}{10,3} \text{ мг}/\text{л}, \quad (8)$$

где C_T - табличное значение растворимости кислорода воздуха в воде при данных температуре и давлении; C - концентрация растворенного кислорода в иловой смеси аэротенка, принимается не менее $2 \text{ мг}/\text{л}$.

Фактический расход воздуха Q_p не должен превышать расчетные более чем на 30%. В противном случае должны быть установлены причины такого различия и предусмотрено их устранение в планах ОТМ и при расчете норм на планируемый год.

41. Расчет удельного расхода электроэнергии воздуходувными агрегатами рекомендуется проводить на 1000 м^3 обрабатываемых сточных вод или на 1 кг снятой БПК. При этом могут использоваться как формулы (5)-(8), так и следующие соотношения (обозначения даны в пп. 38 и 39 настоящих рекомендаций):

$$P = \frac{26,8 \times 10^6 \Delta P \Delta \text{БПК}}{\eta K_1 K_2 n_1 n_2 (C_p - C)} \text{ кВт} \cdot \text{ч}/1000 \text{ м}^3;$$

$$P' = \frac{26,8 \times 10^6 \mathcal{L} \Delta P}{\eta K_1 K_2 n_1 n_2 (C_p - C)} \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{кг БПК}.$$

42. Расход электроэнергии на вспомогательное оборудование (такое, как водокольцевые воздуходувки, дренажные насосы, насосы-дозаторы, мешалки, приводы электродвигателей, грузоподъемных механизмов, а также электрообогрев, освещение и вентиляцию и т.д.) следует рассчитывать по формуле

$$W = N \cdot k \cdot T \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (9)$$

где N - номинальная мощность потребителей электроэнергии, кВт; K - коэффициент загрузки электродвигателя (т.е. часть используемой номинальной мощности), определяется опытным путем в процессе эксплуатации или пусконаладочных работ; T - время работы механизма (устройства) в течение планируемого года, ч.

43. Удельные расходы электроэнергии на отдельные энергоёмкие технологические процессы приведены в прил. 4.

44. При определении общих расходов электроэнергии на насосных и воздуходушных станциях допускается принимать расход электроэнергии на работу вспомогательного оборудования, освещение и вентиляцию в размере 2-5% от полученного в результате расчетов суммарного расхода электроэнергии по основным насосным агрегатам. При этом расход электроэнергии на обогрев, работу дробилок и механизированных решеток следует учитывать отдельно в соответствии с п. 42.

45. Суммарный расход электроэнергии на очистные сооружения допускается определять в соответствии с прил. 2 (для систем водоотведения).

46. Потери электроэнергии в электрических сетях и трансформаторах следует определять расчетом по формулам и таблицам, приводимым в электротехнических справочниках.

Допускается принимать потери в силовых трансформаторах без расчета в размере до 2,6% номинальной мощности.

Потери электроэнергии в электрических сетях на участке от трансформаторной подстанции до потребителя допускается принимать без расчета в размере до 1% от общего расхода электроэнергии.

В случае установки электросчетчиков не на границе раздела сетей величина потерь электроэнергии в сетях и трансформаторах на участке от места установки счетчиков до границы раздела определяется в договоре электроснабжающей организации с потребителем, что учитывается при расчете норм расходования электроэнергии.

47. В соответствии с указаниями пп. 36-46 рассчитываются расходы электроэнергии для эксплуатируемых в отчетном

году и для вновь вводимых в планируемом году сооружений, а также ожидаемые изменения расхода в связи с объективными условиями работы (качество воды, уровень подземных вод и т.д.) и за счет осуществления организационно-технических мероприятий по экономии электроэнергии. При этом следует учитывать сроки введения новых сооружений и реализации плана ОТМ в планируемом году.

48. Удельный расход электроэнергии для каждой выделенной группы сооружений (насосные станции, очистные сооружения, система в целом) определяется путем деления общих годовых расходов электроэнергии на годовую производительность данных сооружений. При определении фактического удельного расхода электроэнергии из общих годовых оплаченных расходов электроэнергии вычитаются ненормируемые расходы и отпуск на сторону.

Для каждой группы сооружений, объединенных общим учетом расхода электроэнергии, определяется часть, входящая в общепроизводственный удельный расход электроэнергии.

VI. ФОРМА РАСЧЕТА ГРУППОВЫХ НОРМ РАСХОДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

49. Расчет норм расхода электроэнергии для системы водоснабжения (водоотведения), как правило, следует выполнять на основе фактических данных о расходах воды и электроэнергии за предшествующий (отчетный) год.

50. Оформление расчета начинается с краткого описания системы с указанием количества объектов, на которых расход электроэнергии определяется по общим электросчетчикам. Особо выделяются вновь введенные, а также исключаемые из эксплуатации энергопотребляющие сооружения и оборудование.

51. Результаты расчетов оформляются по форме таблицы и прил. 9.

Таблица и все обосновывающие ее расчеты должны составляться не реже одного раза в пять лет (см. п. 23). Эти материалы хранятся в производственном управлении водопроводно-

Таблица

Сопоставление расчетных и фактических расходов электроэнергии по системе водоснабжения (водоснабжения) г. \wedge 198 г.

№ п/п	Статья расхода электроэнергии по объектам	Расход электроэнергии, тыс. кВт.ч/год			Подача (отвод) воды по факту		Удельный расход электроэнергии, кВт.ч/1000 м				Отклонение, % гр. II-гр. IX гр. II x 100	
		по плану	по факту	по факту	млн. м ³ /год	тыс. м ³ /сут	на объ-ект гр. 3 гр. 7	часть от расхода да по системе гр. 3 гр. 7	на объ-ект гр. 5 гр. 7	часть от нормы по системе гр. 7 гр. 7		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

канализационного хозяйства и должны использоваться при ежегодной разработке планов ОТМ и расчетах норм расходования электроэнергии.

52. Расчеты ожидаемых изменений расходов электроэнергии и их оформление по форме прил. 9 должны выполняться ПУБКХ ежегодно и передаваться в вышестоящие организации совместно с предложениями об утверждении норм расхода электроэнергии на планируемый год и планами ОТМ по экономии электроэнергии.

53. При заполнении таблицы в гр. 2 выделяются объекты, представляющие отдельные производственные подразделения, объединенные общим учетом расхода электроэнергии. Здесь же в качестве подобъектов выделяются отдельные сооружения или их группы (насосные станции, очистные сооружения), а также вспомогательные производства и потери электроэнергии в сетях и трансформаторах. В гр. 3 приводятся определенные расчетом в соответствии с указаниями разд. 9 расходы электроэнергии для каждого подобъекта, а также суммарные расходы на объект в целом. В гр. 5 для каждого объекта приводятся отчетные данные о годовом расходе электроэнергии (за вычетом оплаченных расходов на сторону). Распределение расходов по статьям расхода (подобъектам) проводится в соответствии с данными гр. 4.

Итоговые данные о производительности сооружений (подаче воды в сеть, отводе сточных вод и очистке сточных вод) в гр. 7 и 8 должны соответствовать отчетным данным по системе. В гр. 7 фиксируется производительность только тех сооружений, которые в сумме дают общую производительность по системе (по данным планового отдела). В гр. 8, кроме того, приводятся производительности других насосных станций (НС I-III подъема, подкачек, канализационных НС, работающих последовательно). В гр. 6, 10, 12 и 13 заполняются данные только для объекта в целом.

54. В прил. 9 гр. I-8 заполняются на основе отчетных данных с использованием таблицы и таблицы по форме прил. 9 за

предшествующий год. В гр.9 в итоге приводится утвержденная норма за предшествующий год, а распределение ее по объектам проводится в соответствии с данными гр.6. Таким же образом заполняется гр.16. Данные гр. 12 и 13 должны подтверждаться прилагаемыми расчетами, выполняемыми в соответствии с указаниями разд. У.

55. Расчет норм расхода электроэнергии для систем водоснабжения (водоотведения) производственных объединений водопроводно-канализационного хозяйства АССР, краев и областей производится на основании расчетов соответствующих норм отдельных предприятий. Нормы принимаются как средневзвешенные. Форма расчета норм дана в прил.10.

У11. РАСЧЕТ РАСХОДА ТОПЛИВА НА ОЧИСТКУ СТОЧНЫХ ВОД

56. ПУВКХ городов отчитывается за использование всех видов топлива (жидкого, твердого, газообразного), приведенного к условному виду топлива, расходуемого только на очистку сточных вод. Расход топлива выражается в килограммах условного топлива на 1000 м³ сточных вод.

57. Расчет расхода топлива на процесс сбраживания осадков в метантенках производится исходя из нормы удельного расхода тепла на подогрев осадков в метантенках с помощью острого пара, равной 1350 ккал/м³.°С.

При термофильном режиме сбраживания для подогрева 1 м³ осадка с 18 до 53°С требуется $\frac{1350 \times (53-18)}{7000} = 6,75$ кг усл.т. (теплотворная способность условного топлива - 7000 ккал/кг).

При мезофильном режиме сбраживания для подогрева 1 м³ осадка с 18 до 33°С требуется $\frac{1350 \times (33-18)}{7000} = 2,9$ кг усл.т.

58. Выход газа брожения с теплотворной способностью 5000 ккал/м³ составляет 10-12 м³/м³ осадка, что соответствует 7,1-8,6 кг усл.т. на 1 м³ осадка.

59. В прил.6 приведены данные по потребности в топливе для осуществления процессов сбраживания, а также показатели по производству топлива (газов брожения) при полном само-

обеспечении метантенков теплом. Все расчеты выполнены в тысячах тонн условного топлива в год (тыс.т усл.т./год).

Показатели, приведенные в прил.6, являются среднегодовыми. В зависимости от местных условий расход тепла на обогрев метантенков зимой возрастает в 1,35-1,7 раза по сравнению с летним периодом. Термофильный режим сбраживания теплом не самообеспечивается.

60. Удельные расходы топлива в технологических процессах обеззараживания и термической сушки осадка приведены в прил.5.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

Примерный состав норм расхода электроэнергии
для предприятий водопроводно-канализационного хозяйства

Статья расхода электро-
энергии по объектам го-
рода

Метод определения
норм расхода электро-
энергии

Система водоснабжения

Водозаборные сооружения:

артезианские скважины
НС I подъема

Расчет

ОВС (очистная водопровод-
ная станция)

Расчет или норматив
(принимается по
прил.2)

НС II подъема

Расчет

НС подкачки воды на сети

"

Вспомогательные нужды (ос-
вещение, отопление, грузо-
подъемные механизмы и т.п.)

Расчет или нормативы

Потери электроэнергии:

в трансформаторах
в сетях

Расчет или нормативы
То же

Система водоотведения

НС перекачки сточных вод на
канализационной сети

Расчет

КОС (канализационная очистная
станция)

Расчет или норматив
(принимается по
прил.3)

Вспомогательные нужды (освещение,
отопление, дробилки, грабли
и т.п.)

Расчет или нормативы

Потери электроэнергии:

в трансформаторах
в сетях

То же
"

Приложение 2

Удельный расход электроэнергии
на очистные сооружения систем водоснабжения

Наименование	Производительность станции, тыс.м ³ /сут				
	До 25	25-30	50-100	100-300	Свыше 300
Удельный расход электроэнергии, кВт.ч/1000 м ³	28-32	24-28	20-24	15-17	7-8
В том числе на промывные насосы	11-13	10-11	9-10	4-9	3,5-4

Приложение 3

Удельный расход электроэнергии
на очистные сооружения систем водоотведения

Наименование	Производительность, тыс.м ³ /сут				
	До 25	50	100	300	Свыше 300
Станции биологической очистки					
Удельный рас- ход электро- энергии в целом, кВт.ч/кг БПК ₅	3,9-4,3	3-3,4	2,1-2,4	1,54-1,8	1,25-1,45
В том числе на воздухо- дувки, кВт.ч/кг БПК ₅	2,5-2,8	2-2,3	1,5-1,7	1,2-1,37	1,02-1,17
Станции механической очистки					
Удельный рас- ход электро- энергии, кВт.ч/1000м ³	170-190	135-150	95-110	60-70	40-50

Примечания: I. Удельные расходы электроэнергии
даны с учетом перекачки сточных вод и осадков в пределах

территории очистных сооружений. При перекачке сточных вод и осадков за пределы территории очистных сооружений расход электроэнергии определяется прямым расчетом.

2. Удельный расход электроэнергии на воздухоподогреватели дан для условия поддержания в аэротенках концентрации растворенного кислорода 3-4 мг/л. При поддержании других значений концентрации расходы электроэнергии корректируются в соответствии с пп.39-40 настоящих рекомендаций.

3. При наличии в составе сооружений аэробных стабилизаторов удельные расходы электроэнергии на воздухоподогреватели увеличиваются примерно на 50%.

Приложение 4

Удельный расход электроэнергии на отдельные технологические энергоемкие процессы и установки

1. Электролизеры типа ЭН. Расход электроэнергии на 1 кг активного хлора 10 кВт.ч.

Удельный расход электроэнергии на обеззараживание 1000 м³ в зависимости от типа обрабатываемой воды составляет, кВт.ч: подземные воды - 10, поверхностные воды - 25, сточная жидкость - 50.

2. Бактерицидные установки. Затраты электроэнергии на обеззараживание 1000 м³ подземных вод составляют, кВт.ч: 0В III - 20, 0В 50 - 50, 0В I50 - 50.

3. Расход электроэнергии на озонирование принимают в размере 23-30 кВт.ч/кг озона.

4. Удельный расход электроэнергии на установках типа "Струя" составляет 12-20 кВт.ч/1000 м³.

Приложение 5

Удельные показатели расходов топлива и электроэнергии на механическое обезвоживание и термическую обработку осадков

Вид процессов обработки осадков	Ед. измерения	Удельный показатель			
		Основные		Вспомогательные	
		Электроэнергия	Топливо	Электроэнергия	Топливо
Центрифугирование	кВт.ч/м ³ подаваемого осадка	1,5	-	-	-
	кВт.ч/т сухого вещества (при влажности W = 96%)	-	-	40	-
	кВт.ч/м ³ подаваемого осадка	2	-	-	-
Вакуум-фильтрация	кВт.ч/т сухого вещества (при W = 96%)	-	-	50	-
	кВт.ч/т механического обезвоживания осадка	5	-	-	-
Обеззараживание в камерах дегельминтизации	кг усл.т./т механического обезвоживания осадка	-	20	-	-

Продолжение прил. 5

Вид процессов обработки осадков	Ед. измерения	Удельный показатель			
		Основные		Вспомогательные	
		Электро-энергия	Топливо	Электро-энергия	Топливо
Термическая сушка в сушилках со встречными струями	кВт.ч/т сухого вещества	-	-	20	-
	кг усл.т./т сухого вещества (при $W = 75\%$)	-	-	-	80
Термическая сушка в сушилках со встречными струями	кВт.ч/т испаряемой влаги	20-50	-	-	-
	кг усл.т./т испаряемой влаги	-	120-135	-	-
	кВт.ч/т сухого вещества (при испарении влаги 3 т/т сухого вещества)	-	-	60-180	-
	кг. усл.т./т сухого вещества (при испарении влаги 3 т/т. сухого вещества)	-	-	-	360-405

Приложение 6

Удельные показатели расхода и получения топлива при сбраживании осадков в метантенках

Производительность очистной станции, тыс.м ³ /сут	Количество осадков, тыс.м ³ /год	Расход топлива на сбраживание без учета утилизации газов брожения, тыс.т усл.т./год		Производство топлива при полном самообеспечении метантенков теплом (мезофильный процесс), тыс.т усл.т./год
		Мезофильный процесс	Термофильный процесс	
100	290-365	0,8-1	1,9-2,4	1,2-2,1
280	820-1010	2,4-3	5,5-6,9	3,4-5,8
500	1460-1600	4,2-4,6	9,9-10,8	6,1-9,1
1000	2900-3200	8,5-9,3	19,7-21,6	12,2-18,1

Приложение 7

Состав организационно-технических мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов

Организационно-технические мероприятия (ОТМ) по экономии электроэнергии и топлива на предприятиях коммунального водного хозяйства разрабатываются по следующим основным направлениям.

1. Совершенствование контроля основных технологических параметров работы системы в целом и отдельных сооружений, в том числе за расходами электроэнергии, воды, воздуха (подаваемого на азротенки), газа (из метантенков), топлива (на обогрев метантенков); за напором воды на насосных станциях и на водопроводной сети; за уровнем воды в резервуарах; за концентрацией растворенного кислорода в азротенках и т.п.

Проведение специальных обследований режимов работы сооружений, снятие фактических технологических характеристик оборудования с целью анализа использования энергии. Эти меро-

приятия не дают непосредственной экономии, но служат необходимой предпосылкой для выявления имеющихся резервов экономии энергии.

✓ 2. Сокращение всех видов нерациональных расходов и потерь воды на собственные нужды водопроводно-канализационных предприятий вследствие аварий и скрытых повреждений трубопроводов и других сооружений.

Сокращение всех видов потерь воды у потребителей за счет снижения избыточности напоров в сети, а также совершенствования контроля за водопотреблением с помощью стационарных и контрольных водосчетчиков с целью выявления абонентов, удельное водопотребление в которых превышает устанавливаемые эксплуатационные нормы водопотребления для жилых и общественных зданий и лимиты для промышленных предприятий.

Сокращение потерь воды, особенно у абонентов, является наиболее существенным резервом экономии электроэнергии. Однако эти мероприятия не всегда приводят к уменьшению удельного расхода электроэнергии. Поэтому их экономическая эффективность должна оцениваться отдельно в тысячах киловатт-часов и в процентах от общего расхода электроэнергии по системе.

✓ 3. Снижение расхода электроэнергии на насосных станциях за счет замены или реконструкции насосного оборудования и электропривода (использование насосов с меньшим развиваемым напором, в том числе шнековых насосов, обточка рабочих колес, использование электропривода с переменным числом оборотов, ремонт или замена агрегатов с пониженным КПД) и т.п.

✓ 4. Проведение реконструкции водоводов и сетей с целью увеличения их пропускной способности и ликвидации "узких мест", что позволяет снизить напоры на насосных станциях (очистка и нанесение защитных покрытий на внутренние поверхности металлических трубопроводов, подверженных коррозии, использование стабилизационной обработки воды и т.п.).

5. Рациональное использование резервуаров, в том числе на промышленных предприятиях, в качестве регулирующих ем-

костей, что позволяет выровнять режим работы насосных станций, уменьшить их максимальную мощность в часы наибольшей загрузки энергосистемы, обеспечить их работу при более высоких КПД.

✓ 6. Совершенствование режимов работы насосных станций за счет оперативного выбора состава работающих агрегатов, обеспечивающего снижение общего расхода электроэнергии. В зависимости от состава насосного оборудования и от оснащенности предприятия средствами контроля, телемеханики, автоматики и вычислительной техники могут поэтапно внедряться: типовые графики напора, развиваемого насосными станциями, поддержание требуемого напора в диктующих точках, автоматическое включение и отключение артезианских насосов станций подкачки и перекачки сточных вод, изменение производительности насосных станций с учетом уровня воды в резервуарах и т.п.

✓ 7. Оперативное управление воздуходушными агрегатами на основе контроля за концентрацией растворенного кислорода в азотенках (не более 2-3 мг/л). Своевременная замена неисправных фильтросных пластин, позволяющая уменьшить расход воздуха.

✓ 8. Сокращение расхода топлива (острого пара) на подогрев осадка в метантенках за счет контроля температуры нагрева и тщательной теплоизоляции стенок.

✓ 9. Использование газа метана от метантенков на собственные нужды или на стороне.

✓ 10. Исходными данными для разработки планов ОТМ являются: задания по среднему снижению норм расхода электроэнергии и топлива на планируемый период, установленные вышестоящей организацией; результаты анализа использования электроэнергии в производстве за предшествующие годы (в результате специальных обследований и расчетов энергетического баланса и базовой нормы в соответствии с настоящей методикой); рационализаторские предложения, а также результаты, достигнутые передовыми предприятиями, цехами, рабочими бригадами.

II. Для каждого из мероприятий (см. пп. 2-9) должна быть проведена оценка их экономической эффективности с целью выбора наилучших вариантов и установления целесообразности, а также очередности их внедрения в производство.

Приложение 8

Рекомендации по снятию характеристик насосов на действующих насосных станциях

Стоимость электроэнергии, потребляемой насосными агрегатами в течение срока службы, в среднем в 15-20 раз превосходит их первоначальную стоимость. В свете сказанного совершенно очевидна необходимость систематического контроля состояния насосных агрегатов. Знание фактических показателей насосного оборудования необходимо при решении вопросов по анализу работы, управлению и перспективному развитию существующих систем подачи и распределения воды, а также для оценки технического состояния насосных агрегатов. Рекомендации предназначены для использования эксплуатационным персоналом ПУВКХ. Своевременное принятие мер по предотвращению снижения КПД насоса позволит проводить корректировку норм расхода электроэнергии. При разработке рекомендаций использовались материалы Госстандарта СССР* и литература по испытанию насосов**.

В рекомендациях учтены особенности снятия характеристик на действующих насосных станциях.

Общие положения

1. Наиболее важными эксплуатационными показателями насосов являются: напорно-расходная характеристика ($Q-N$) - зависи-

* ГОСТ 6134-71. Насосы динамические. Методы испытаний. Изд-во стандартов, 1982.
Зременко О.В. Испытание насосов. - М.: Машиностроение,

мость развиваемого насосом напора от производительности (подачи) насоса; мощностная характеристика ($Q-N$) - зависимость потребляемой насосом мощности от его подачи; характеристика КПД ($Q-\eta$) - изменение коэффициента полезного действия насоса в функции его производительности.

2. В соответствии с ГОСТ 6134-71 рекомендуется снимать характеристики в интервале подач от нуля до значения, превышающего максимальную рабочую производительность насоса на 10%. Если изменение подач в таких пределах невозможно, ограничиваются снятием характеристики в точке $Q=0$ и диапазоне рабочих подач.

3. Количество ступеней изменения производительности насоса по ГОСТ 6134-71 следует брать не менее 15. В случае снятия характеристики только в рабочем интервале количество ступеней может быть уменьшено, однако должно составлять не менее 4, включая работу на холостом ходу.

4. При снятии характеристик режим работы насоса устанавливается регулированием арматурой, которая имеется на его напорной линии.

Средства измерения

Измерение подачи

5. Для измерения производительности (подачи) применяются, как правило, стационарные расходомеры переменного перепада давления, основным типом которых является расходомер с сужающим устройством, установленные на напорных водоводах (на выходе из насосной станции). При невозможности использования стационарных расходомеров (ввиду их отсутствия либо невозможности выделения линии "насос-расходомер" для определения производительности насоса) подача

определяется путем измерения средней скорости потока с помощью напорной трубки*.

Относительная погрешность измерения перепада давления не должна превышать 2%. Разность давлений на расходомерных устройствах измеряется водорутным дифманометром ДТ-50 или водовоздушным дифманометром. Использовать водовоздушный дифманометр целесообразно при перепадах давления не более 1,5 м. Внутренний диаметр стеклянных трубок для водовоздушного дифманометра должен быть не менее 12 мм. Для соединения дифманометра с точками отбора разности давлений используются шланги (рукава) резиновые для газовой сварки и резки металлов внутренним диаметром 9 мм. С целью уменьшения возможных колебаний уровней жидкости в дифманометре следует включать в соединительные линии сосредоточенные гидравлические сопротивления – демпфирующие трубки диаметром 1,5 мм и длиной около 500 мм. При использовании водовоздушного дифманометра необходим источник сжатого воздуха давлением, превышающим на 2–3 м максимальное давление в трубопроводе, на котором установлено расходомерное устройство. В качестве источника сжатого воздуха может применяться компрессор небольшой производительности, ручной насос Камовского, а также баллон, заряжаемый от стационарной установки. Предельная погрешность приведенных результатов измерения подачи не должна превышать 2,5%.

Измерение давлений

6. Давление на входе и выходе насоса должно измеряться по требованию ГОСТ 6134-71 на расстоянии двух диаметров от

* 1. Лобачев П.В., Ласточкин А.А. Определение расхода жидкости и газа в трубопроводах по скорости в одной точке поперечного сечения. – "Водоснабжение и санитарная техника", 1977, № 2.

2. Шевелев Ф.А. и др. Определение расхода воды в действующих трубопроводах с повышенной шероховатостью внутренней поверхности. – "Водоснабжение и санитарная техника", 1979, № 5.

напорного и всасывающего патрубков насоса. При внутреннем диаметре всасывающего (подводящего) трубопровода свыше 400 мм для отбора давления должны быть сделаны четыре отверстия диаметром 3–6 мм, расположенные в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и соединенные кольцевым трубопроводом, диаметр которого не меньше 1,5 диаметра отверстий. При невозможности выполнения таких условий стандарта давление измеряется в точках отбора давления на всасывающем и напорном патрубках, предусмотренных конструкцией насоса.

7. Для измерения давления на напорной (отводящей) линии насоса должны использоваться манометры класса точности не ниже 0,6 (например, пружинные образцовые манометры МО, пружинные манометры для точных измерений МТИ, манометры унифицированной системы ГСП).

8. Для измерения давления (разряжения) во всасывающей линии (на входе) насоса должны применяться манометры (для вакуума могут использоваться, например, образцовые пружинные вакуумметры ВО, вакуумметры для точных измерений ВТИ, мановакуумметры системы ГСП). Если давление или вакуум на входе насоса не превышает 3 м, целесообразно использовать водяной однострубный манометр или водяной U-образный вакуумметр. Погрешность приведенных результатов измерения напора не должна превышать 1%.

9. Для уменьшения колебаний стрелки манометра, измеряющего давление в напорной линии насоса, прибор соединяется с линией через водовоздушный компенсатор (бачок) объемом 1,5–2,5 л. В качестве компенсатора может использоваться отрезок трубы диаметром 100 мм и длиной 200–300 мм, заглушенный с торцов и снабженный штуцерами. Водовоздушный компенсатор должен иметь водомерное стекло со шкалой. Длина соединительной линии между манометром и компенсатором не должна превышать 1 м. В случае необходимости для уменьшения колебаний показывающих элементов приборов, измеряющих давление во всасывающей трубке насоса, следует использовать демпфирующие трубки или водовоздушный компенсатор.

Измерение потребляемой мощности и частоты вращения

10. Электрическая мощность, потребляемая приводным двигателем насоса, должна измеряться тремя или двумя ваттметрами класса точности не ниже 0,5 (например, Д552).

11. Класс точности используемых трансформаторов тока и напряжения не должен превышать 0,5 при напряжении питания электродвигателя 500В и выше. При напряжении питания ниже 500В измерительные трансформаторы должны быть не ниже класса 0,2. Погрешность приведенных результатов измерения механической мощности, передаваемой насосу, не должна превышать 2%.

12. Частота вращения рабочего колеса насоса, агрегированного с синхронным электродвигателем, определяется по частоте напряжения в питающей электросети, для измерения которой должны использоваться приборы класса точности не ниже 0,4.

13. Частоту вращения насосов с приводом от асинхронных электродвигателей следует измерять тахометрами или строботахометрами класса точности не ниже 0,4 (например, частотомер-тахометр ЧКЗ-29). Отклонение частоты вращения насоса с асинхронным двигателем от номинальной (паспортной) может быть определено также путем измерения частоты и величины напряжения в питающей электросети. Для измерения величины напряжения должны использоваться вольтметры класса точности не ниже 0,4. Погрешность приведенных результатов измерения частоты вращения рабочего колеса насоса не должна превышать 0,5%.

Снятие характеристики

Подготовительные работы

14. Производятся необходимые переключения запорной арматуры, с помощью которой выделяется линия "насос-расходомер" и предотвращается переток воды через неработающие (резервные) насосы, а также перетоки воды, которые могут привести

к несоответствию между расходом воды, подаваемой насосом и измеряемой расходомером.

15. Устанавливаются измерительные приборы и аппаратура. Составляется схема установки приборов, с помощью которых измеряется давление на входе и выходе насоса, с указанием расстояний, определяющих положения нулевых отметок приборов относительно плоскости сравнения, и диаметров трубопроводов в местах отбора давления. За плоскость сравнения при определении характеристик насосов с горизонтальным расположением вала рабочего колеса целесообразно принимать плоскость оси вала (плоскость разъема корпуса насоса). Составляются таблицы для записи показаний приборов. В таблице для записи производительности насоса должна быть графа, содержащая подсчитанные заранее ориентировочные перепады давления на расходомере, по которым будет производиться смена режимов работы насоса.

16. Производится опробование измерительных устройств и выставляются их нулевые показания. В процессе опробования приборов для измерения давления и разности давлений осуществляется продувка (освобождение от воздуха и загрязнений) линий, соединяющих приборы с точками отбора давления (при использовании водовоздушного компенсатора линия между насосом и бачком продувается отсоединенной от него и не удаляется воздух из трубки, соединяющей компенсатор с манометром). Для предотвращения перегрузки токовых обмоток ваттметров пусковым током приводного электродвигателя используются переключатели, с помощью которых обмотки приборов закорачиваются перед пуском насоса.

Установление режимов работы насоса и выполнение измерений

17. Снятие характеристик насоса предпочтительнее начинать с режима при нулевой подаче (производительности) в направлении положительного ее увеличения. Допустимо снятие характеристик и при уменьшении производительности с максимума до нуля.

18. Все изменения режимов работы насоса и выполнение измерений при снятии характеристик производится с разрешения руководителя работ, который осуществляет контроль за установлением режима по расходомеру.

19. Записи показаний приборов производятся одновременно на всех измерительных постах.

20. На каждом режиме работы насоса снятие показаний приборов выполняется один раз при незначительных колебаниях их указателей. При больших колебаниях записи показаний производятся два-три раза со сдвигом по времени, равным 30-40 с.

21. Разрешение на переход к следующему режиму дается после получения подтверждения от измерительных постов об окончании снятия показаний.

22. При каждой смене режима работы насоса измерения начинаются после прекращения регулирования трубопроводной арматурой спустя некоторое время (5-7 мин), достаточное для полного установления режима.

Обработка результатов испытаний

23. Для определения подачи берутся показания расходомерных устройств, применявшихся при снятии характеристик насоса. Если, например, измерение подачи производилось расходомером переменного перепада давления, используются показания дифманометра, измеряющего разность давлений на расходомерном устройстве*. В частности, при измерении расхода с помощью диафрагмы подача $Q_{\text{зам}}$ насоса находится из выражений:

$$Q_{\text{зам}} = 1,1 \times 10^{-7} \alpha d_0^2 \sqrt{\Delta P} \quad \text{м}^3/\text{с};$$

$$Q_{\text{зам}} = 3,896 \times 10^{-7} \alpha d_0^2 \sqrt{\Delta P_{\text{рт}}} \quad \text{м}^3/\text{с},$$

* Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. РД 50-213-80. - М: изд-во стандартов, 1982.

где d_0 - диаметр отверстия диафрагмы, мм; α - коэффициент расхода диафрагмы; ΔP - перепад давления на диафрагме, измеренный водовоздушным дифманометром, мм; $\Delta P_{\text{рт}}$ - перепад давления на диафрагме, измеренный водортутным дифманометром, мм.

При использовании для измерения расхода напорной трубки с одним импульсным отверстием в комплекте с водовоздушным дифманометром расход определяется из выражения:

$$Q_{\text{зам}} = \omega \sqrt{2g \Delta P},$$

где ω - площадь поперечного сечения трубы, м^2 ; ΔP - показания дифманометра, м; g - ускорение силы тяжести, $\text{м}/\text{с}^2$.

При определении расхода по средней скорости большое значение имеет точность измерения внутреннего диаметра $d_{\text{вн}}$. Определение производится, как правило, путем измерения наружного периметра трубы и толщины стенки.

24. Полный напор $H_{\text{зам}}$, развиваемый насосом в каком-либо режиме работы при снятии характеристик, определяется зависимостью:

$$H_{\text{зам}} = H_{\text{нап}} - H_{\text{вс}} + \frac{\Delta v^2}{2g} \quad \text{м},$$

где $H_{\text{нап}}$ - замеренное давление в напорной (отводящей) линии насоса, м; $H_{\text{вс}}$ - замеренное давление во всасывающей (подводящей) линии насоса, м; $\frac{\Delta v^2}{2g}$ - поправка на скоростной напор, учитывающая разность скоростей движения воды в подводящей и отводящей линиях насоса, м.

Поправка на скоростной напор определяется по замеренной производительности насоса и с учетом внутренних диаметров трубопроводов в местах измерения давления:

$$\frac{\Delta v^2}{2g} = 0,0327 Q_{\text{зам}}^2 \left(\frac{1}{d_2^4} - \frac{1}{d_1^4} \right) \quad \text{м},$$

где $Q_{\text{зам}}$ - замеренная подача, $\text{м}^3/\text{с}$; d_1 и d_2 - внутренние диаметры подводящего и отводящего трубопроводов в местах отбора давления, м .

25. Давление $H_{\text{нап}}$ в напорной линии (на выходе) и $H_{\text{вс}}$ во всасывающей линии (на входе) насоса определяются на основании показаний приборов с учетом их высотного расположения относительно плоскости сравнения (рисунок). Давление $H_{\text{нап}}$, измеряемое манометром с использованием водовоздушного компенсатора, находится из суммы (без внесения существенной погрешности принимается условие независимости показаний манометра, соединительная линия которого заполнена воздухом, от высотного расположения прибора):

$$H_{\text{нап}} = M_2 \pm (\mathcal{X}_{M_2} - h) \text{ м,}$$

где M_2 - показания манометра на выходе, м ; \mathcal{X}_{M_2} - вертикальная отметка положения нуля шкалы компенсатора, м ; h - уровень воды в компенсаторе, м .

Если манометр подсоединен к выходу насоса без компенсатора, используется более простая зависимость:

$$H_{\text{нап}} = M_2 \cdot 10 \pm \mathcal{X}'_{M_2} \text{ м,}$$

где \mathcal{X}'_{M_2} - вертикальная отметка положения манометра, м .

В приведенных формулах знак "плюс" соответствует расположению компенсатора или манометра над плоскостью оси насоса, знак "минус" - под плоскостью.

26. Давление (вакуум) $H_{\text{вс}}$ во всасывающей патрубке (на входе) насоса определяется из выражения:

$$H_{\text{вс}} = M_1 \pm \mathcal{X}_{M_1} \text{ м,}$$

где M_1 - показания манометра (вакуумметра) на входе, м ; \mathcal{X}_{M_1} - вертикальная отметка положения прибора, м .

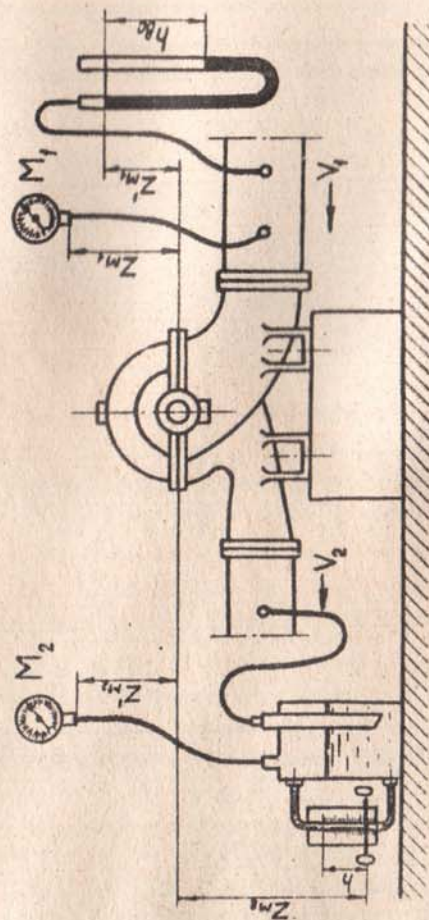


Схема расстановки приборов для измерения давления

В приведенное выражение показания вакуумметра вводятся со знаком "минус", величина отметки берется положительной при расположении прибора над плоскостью оси насоса и отрицательной при другом расположении. При измерении разрежения во всасывающей трубке насоса водотрубным вакуумметром отметка, определяющая положение прибора, берется, как показано на рисунке (размер λ'_{M1}), и вакуум на входе насоса находится из суммы

$$H_{вс} = -h_{вс} \pm \lambda'_{M1} \text{ м,}$$

где $h_{вс}$ - показания вакуумметра, м.

27. Механическая мощность, потребляемая насосом $N_{пот}$, определяется по мощности приводного электродвигателя $N_{дв}$, получаемой им из питающей сети, и КПД двигателя $\eta_{дв}$:

$$N_{пот} = N_{дв} \eta_{дв} \text{ кВт.}$$

Для вычисления мощности $N_{дв}$ используются показания ваттметров, через которые двигатель подключается к сети. При измерении мощности двумя ваттметрами берется сумма показаний приборов:

$$N_{дв} = (W_1 + W_2) C_w K_T K_H \cdot 10^{-3} \text{ кВт,}$$

где W_1 - показания первого ваттметра, дел.; W_2 - показания второго ваттметра, дел.; C_w - цена деления шкал ваттметров, Вт; K_T - коэффициент трансформации трансформаторов тока; K_H - коэффициент трансформации трансформаторов напряжения.

Значения коэффициента $\eta_{дв}$ должны в общем случае определяться на основании зависимости КПД от мощности для данного двигателя, используемого в качестве приводного. Эта зависимость в технической документации, прилагаемой к электродвигателям, как правило, не приводится. Так как отклонение КПД асинхронных и синхронных электродвигателей

от номинального значения при их использовании в агрегате с центробежными насосами незначительно, значение $\eta_{дв}$ принимается постоянным и равным номинальному (паспортному).

28. Отклонение замеренной частоты вращения рабочего колеса насоса от номинального значения n_H используется для подсчета поправочного коэффициента $K = \frac{n_H}{n_{зам}}$, по кото-

рому замеренные значения расхода, напора и мощности насоса приводятся к номинальному режиму работы. Если при снятии характеристик насоса, агрегированного с асинхронным электродвигателем, замерялись частота и напряжение в питающей сети, коэффициент K вычисляется по формуле

$$K = \frac{50}{f_{зам}} \left(\frac{n_H U_{зам}^2}{n_H U_{зам}^2 + n_c (U_{зам}^2 - U_H^2)} \right),$$

где $f_{зам}$ - замеренная частота тока в сети, Гц; $U_{зам}$ - замеренное напряжение сети, В; U_H - номинальное (паспортное) напряжение питания двигателя, В; n_H - номинальная (паспортная) частота вращения двигателя, 1/мин; n_c - синхронная частота вращения двигателя, 1/мин.

При синхронном двигателе вычисление коэффициента K упрощается:

$$K = 50 / f_{зам},$$

где $f_{зам}$ - частота напряжения в питающей сети, замеренная при испытаниях, Гц.

29. Замеренные при каждом режиме подача $Q_{зам}$, полный напор $H_{зам}$ и потребляемая мощность $N_{пот}$ насоса приводятся с помощью коэффициента K , подсчитанного для соответствующего режима, к номинальной скорости вращения:

$$Q = Q_{зам} K; \quad H = H_{зам} K^2; \quad N = N_{зам} K^3.$$

30. КПД насоса определяется из соотношения полезной гидравлической мощности, отдаваемой насосом, и потребляемой им механической мощности

$$\eta = \frac{Q H}{102 N} 10^5 \%,$$

где Q - подача насоса, м³/с; H - полный напор, развиваемый насосом, м; N - потребляемая насосом мощность, кВт.

Расчет нормы расхода
по системе водоснабжения

№ п/п	Статья расхода электро- энергии по объ- ектам	Отчетные данные за отчетный год (198...г.)						Норма расхода электро- энергии за 198...г. (часть от нор- мы по системе)
		Подача воды		Расход электро- энергии по объек- там систе- мы	Удельный расход элек- троэнергии		часть от нор- мы по сис- теме	
		млн. м ³ /год	тыс. м ³ /сут		тыс. кВт.ч год	%		
3	4	5	6	7	8	9		
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Расчет нормы расхода электроэнергии
водоснабжения (водоотведения)

№ п/п	Наименование населен- ного пункта	За 198...г.		
		Подача во- ды в сеть (отвод сточной жидкости), млн.м ³ /год	Расход электро- энергии, млн.кВт.ч год	Норма рас- хода электро- энергии, кВт.ч 1000 м ³
1	2	3	4	5

электроэнергии на 198...г.
(водоотведения) г.

Приложение 9

Данные на планируемый год (198...г.)						
Пода- ча во- ды	Расход элект- роэнер- гии по базовой норме гр.9х хгр.10	Ожидаемое изменение расхода электроэнер- гии		Расход электро- энергии с учетом ожи- даемых из- менений гр.11+гр.12- гр.13	Норма расхода электроэнергии	
		в свя- зи с изме- нением условий работы	за счет ОТМ		на объект гр.14 гр.10	часть от нормы по системе
м ³ год	тыс.кВт.ч год			кВт.ч 1000м ³		
10	11	12	13	14	15	16

Приложение 10

за 198...г. по системам
.....АССР(края, области)

На планируемый 198...г.		
Подача воды в сеть, млн.м ³ /год	Расход электроэнергии, млн.кВт.ч	Норма расхода электроэнергии, кВт.ч 1000 м ³
6	7	8

Приложение II

Пример расчета норм расхода электроэнергии по системе водоснабжения (условной)

Расчет составлен в соответствии с "Основными положениями по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве", утвержденными Постановлением Госплана СССР от 17.12.79 г. № 199, и "Рекомендациями по расчету среднегодовых нормируемых показателей расхода энергетических ресурсов в системах водоснабжения и водоотведения", утвержденными приказом Минжилкомхоза РСФСР от 17.11.1983 г. № 534.

В примере показан порядок сбора исходных данных для городской системы водоснабжения, проведения непосредственных расчетов расходов электроэнергии за отчетный (1982) год и ожидаемых изменений на планируемый (1983) год. В заключение приведена форма представления расчетов общепроизводственной нормы для отдельной системы водоснабжения (города *N*) и для производственного объединения "Водоканал" *N*-ской области.

I. Описание системы водоснабжения города *N*

В состав системы входят следующие основные объекты, потребляющие электроэнергию:

блок сооружений водоочистой станции (БОВС), в том числе: насосная станция первого подъема - НС-1; очистная станция - ОВС; насосная станция второго подъема - НС-2;

артезианский водозабор (АВ), в том числе: 10 артезианских скважин - НС-1А; насосная станция второго подъема - НС-2А; насосные станции подкачки на водопроводной сети - НСП (15 шт.).

Расход электроэнергии регистрируется суммарно по блоку ОВС и по 10 НС-1А и отдельно по НС-2А и каждой НСП. Расход вод постоянно фиксируется на НС-2 и НС-2А и периодически путем контрольных замеров на НС-1 и каждой НС-1А. Напор воды на напорных патрубках насосов измеряется на всех насосных

станциях. На НС-2 и НС-2А фиксируются в журналах эксплуатации показания манометров на напорных патрубках насосов, уровень воды в резервуарах чистой воды (перед насосами) и время работы каждого насосного агрегата.

2. Исходные данные для расчета

Отчетные и плановые показатели, необходимые для расчета планируемых норм, приведены в табл. I.

Таблица I

Отчетные и плановые показатели

Статья расхода	Ед. измерения	Отчетный год 1982		Планируемый год 1983
		Факт*	План	План
Подача воды в сеть	тыс. м ³ год	25330	24000	26000
В том числе:				
НС-2		21450	-	-
НС-2А		3880	-	-
Расход электроэнергии	тыс. кВт.ч год	14762	14400	Не установлено
В том числе:				
БОВС		10297	-	" "
НС-1А		1710	-	" "
НС-2А		1990	-	" "
НСП		765	-	" "
Удельный расход электроэнергии (общепроизводственный)	кВт.ч 1000 м ³	583	600	"
			(утвержденная норма)	

* Данные получены за период IV кв. 1981 г. - III кв. 1982 г.

Расчет расходов электроэнергии по насосным станциям проводится на основе выборочных данных, содержащихся в журналах эксплуатации, в которых использованы данные за I и I6 числа

каждого месяца, т.е. за 24 сут. Для расчетов используются также паспортные характеристики ζ -насосов, а для части агрегатов - фактические характеристики.

3. Расчет расходов электроэнергии

Насосная станция НС-1. Установленное оборудование - 4 насоса типа 14 НДС (Д=540 мм и $L=985$ л/мин). В работе находятся от одного до трех агрегатов. Полный напор развиваемый насосами составляет (м): при одном рабочем агрегате - 31, при двух - 37 и при трех - 41. Подача и КПД насоса принимается по паспортной характеристике, КПД электродвигателя принимается равным 0,92. Время работы агрегатов принято по выборке данных за 24 сут. Расчет мощности проводится по формуле (2) настоящих рекомендаций. Результаты расчета сведены в табл.2.

Т а б л и ц а 2

Расчет расхода электроэнергии
на технологические нужды по НС-1

Напор, м	Подача, м ³ /ч	КПД агрегата (паспорт)	Мощность потребления, кВт	Время работы за год, ч	Расход воды, тыс. м ³ /г	Расход электроэнергии, тыс. кВт.ч/год	Примечание
31	1500	0,67	190	700	1,05	133	1 насос
37	2500	0,81	312	4820	12,05	1504	2 насоса
41	3000	0,81	415	3240	9,72	1345	3 насоса
И т о г о ...				8760	22,820	2,982	

Расход электроэнергии на вспомогательные нужды принят в соответствии с п.44 настоящих рекомендаций в размере 2% от технологических расходов по основным насосным агрегатам. Общий расход по НС-1 составит $2980 \times 1,02 = 3,04$ тыс.кВт.ч/год.

Водоочистные сооружения ОВС. Состав сооружений: горизонтальные отстойники, скорые фильтры, промывка фильтров непосредственно от промывных насосов. Исходная вода - речная с мутностью до 150 мг/л (в паводок - до 400 мг/л).

В соответствии с прил.2, учитывая, что проектная производительность ОВС 60 тыс.м³/сут, а схема очистки традиционная, принимается для расчета норма расхода электроэнергии, равная 23 кВт.ч/1000 м³ (суммарно на основные технологические и вспомогательные нужды). Расчетный расход электроэнергии составит $58,8 \times 365 \times 23 = 493$ тыс. кВт.ч/год (58,8 тыс.м³/сут - производительность ОВС).

Насосная станция НС-2. Установлено три насосных агрегата типа 20 НДС (Д=765 мм; $L=730$ л/мин). В работе всегда один из агрегатов. Полный напор, развиваемый насосом, меняется от 69 до 85 м, а расход - от 1500 до 3500 м³/ч. В эксплуатационных журналах фиксируется расход и полный напор (с учетом изменения уровня воды в резервуарах чистой воды).

В табл.3 показан способ определения времени работы насосов при различных подачах, а в табл.4 - расчет расходов воды и электроэнергии за отчетный год.

Учитывая, что на НС-2 постоянно дежурит персонал, имеют место значительные расходы электроэнергии на приточную вентиляцию и освещение, расходы на вспомогательные нужды принимаются в размере 5% от основных расходов (см.п. 44). Таким образом, общий расход электроэнергии по НС-2 составит $6042 \times 1,05 = 6160$ тыс.кВт.ч/год.

Потери электроэнергии в трансформаторе. Все сооружения БОЭС получают электропитание от трехфазного, двухобмоточного трансформатора мощностью $S_{тр}=1000$ кВА, $U_B=35$ кВ, $U_H=10,5$ кВ.

По справочнику величина полных потерь при номинальном напряжении составит: $P_{х.х}=5,1$ кВт, $P_{к.э}=15$ кВт.

Принимая коэффициент загрузки трансформатора $K_3=1,2$, определяем потери электроэнергии за отчетный год:

$$\mathcal{E}_{год} = 5,1 \times 8760 + 1,2^2 \times 15 \times 8760 = 234 \text{ тыс.кВт.ч/год.}$$

Расчет времени работы

Подача насоса $Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	Время работы насоса, ч						
	1981						
	интервал средний	I.10	16.10	1.11	16.11	1.12	16.12
1500-1700	1600	-	-	-	-	-	-
1700-1900	1800	6	-	4	1	-	-
1900-2100	2000	15	2	3	5	7	-
2100-2300	2200	3	3	-	-	-	-
2300-2500	2400	-	2	3	8	7	14
2500-2700	2600	-	-	7	10	8	8
2700-2900	2800	-	1	5	-	2	2
2900-3100	3000	-	2	1	-	-	-
3100-3300	3200	-	4	1	-	-	-
3300-3500	3400	-	10	-	-	-	-

Итого ...

насосов на НС-2

Таблица 3

Время работы насоса, ч					Суммарное время за 24 сут., ч	Расчетное время работы за год, ч
1982						
I.01	...	16.08	1.09	16.09		
5	-	-	-	-	10	152
1	-	-	-	6	46	700
1	-	6	-	10	100	1520
3	-	4	5	8	80	1218
2	-	10	13	-	100	1520
12	-	3	2	-	120	1826
-	-	-	2	-	50	760
-	-	1	2	-	25	380
-	-	-	-	-	15	228
-	-	-	-	-	30	456
					576	8760

Т а б л и ц а 4
Расчет расхода электроэнергии по НС-2

Подача воды насоса- ми Q , м ³ /ч	Напор по ка- талогу H , м	КПД, %	Мощ- ность потре- бления N , кВт	Время работы за год T_p , ч/год	Расход во- ды $Q = T_p Q$, тыс.м ³	Расход электро- энергии $\Theta = \frac{N T_p}{1000}$, тыс.кВт·ч
1600	84,5	0,7	573	152	243,2	87
1800	83,5	0,72	619	700	1260	433
2000	82,5	0,78	628	1520	3040	954
2200	81,5	0,8	665	1218	2679,6	810
2400	80,5	0,83	691	1520	3648	1050
2600	79,5	0,85	722	1826	4747,6	1318
2800	78,5	0,87	750	760	1960	570
3000	76	0,89	760	380	1140	289
3200	73,5	0,9	775	228	729,6	177
3400	70	0,91	776	456	1550,4	354
И т о г о	-	-	-	8760	21454,4	6042

Потери электроэнергии в электросетях. Потери от трансформатора до БОВС и внутри сооружений, в соответствии с п.46 настоящих рекомендаций приняты равными 1% от общих расходов электроэнергии.

Расчетный суммарный расход энергии по блоку БОВС. В соответствии с вышеприведенными расчетами суммарный расход составляет $(3040 + 493 + 6160) \times 1,01 + 234 = 10,024$ тыс. кВт·ч/год.

Артезианские скважины НС-1А. На десяти артезианских скважинах установлены насосы типа ЭЦВ. Подача и напор на устье скважины, а также отметки динамического уровня воды определялись один раз в квартал. Суммарный расход электро-

энергии по десяти скважинам определялся общим электросчетчиком. По всем насосам были сняты фактические характеристики. Эти усредненные данные, а также время работы каждого насоса, фиксируемое в журналах эксплуатации, положены в основу расчета расхода электроэнергии, который приведен в гр.1-9 табл.5. Обращают на себя внимание низкие КПД насосных агрегатов частично из-за работы насосов в нерекомендуемой зоне производительности, а частично из-за износа агрегатов, излишнего заглубления погружных насосов под динамический уровень и выхода из строя фильтров.

Потери энергии в трансформаторе и сетях принимаются суммарно равными 2%. Тогда общий расчетный расход электроэнергии составит: $1684,5 \times 1,02 = 1720$ тыс.кВт·ч/год, что практически совпадает с фактическим расходом, замеренным на электросчетчиках.

Насосная станция НС-2А. Расчеты аналогичны НС-2 и здесь не приводятся.

Насосные станции подкачки НСП. По 15 насосным станциям подкачки, работающим в течение 10-18 ч/сут, расчеты не проводились, учитывая относительно небольшую долю этих расходов электроэнергии. За расчетный расход принят фактический расход электроэнергии.

4. Сравнение расчетных и фактических расходов электроэнергии за отчетный 1982 г.

Расчетные и фактические (отчетные) данные сведены в табл.6. Фактический расход электроэнергии по блоку ОВС на 2,7% больше рассчитанных значений. Эта разница может определяться неточностью расчетов, недостаточно точным учетом расходов воды, но может свидетельствовать также о снижении КПД отдельных насосных агрегатов. Вследствие этого в ОТМ по экономии электроэнергии следует предусмотреть снятие фактических характеристик основных насосных агрегатов на НС-1 и НС-2.

Расчет расходов электроэнергии

Но- мер ск- ва- жи- ны	Марка насоса	Отчетный 1982 г.						
		Пола- ча Q, м ³ /ч	На- пор H, м	КПД агре- гата, %	Мощ- ность, кВт	Время рабо- ты T, ч	Годо- вая пода- ча Q, тыс. м ³ /год	Рас- ход элек- тро- энер- гии, тыс. кВт/ год
I	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ЭЦВ 10-63-65	63,6	53,1	34,8	26,4	8400	534,2	221,8
2	ЭЦВ 10-63-65	47,7	57,9	30,5	24,6	7800	372	191,9
3	ЭЦВ 10-63-65	60,8	52,9	42,5	20,7	8500	516,8	175,9
4	ЭЦВ 10-63-65	64,5	49,8	36,5	24,1	7500	483,8	180,8
5	ЭЦВ 10-63-65	38,3	54,7	27,5	21,8	6000	229,8	130,8
6	ЭЦВ 10-63-65	55	56,3	46,7	18	8400	462	151,2
7	ЭЦВ 10-120-60	51,3	63,5	35,2	25,3	6500	333,5	164,5
8	10 АПВ-9х5	39,1	71,8	28,2	26,9	3500	136,9	94,2
9	ЭЦВ 10-63-110	42,8	70,7	24,3	33,7	5000	214	168,5
10	ЭЦВ 10-63-65	34,2	53	41,9	24,1	8500	595,9	204,9
Итого ...		-	-	-	-	-	3880	1684,5

Таблица 5

за отчетный и планируемый год

Планируемый 1983 г. (после проведения ОТМ)					
КПД агре- гата, %	Мощ- ность, кВт	Время работы, ч		Годовая подача Q год, тыс. м ³ /год	Расход электро- энергии, тыс. кВт/год
		до прове- дения ОТМ	после про- ведения ОТМ		
I0	II	I2	I3	I4	I5
34,8	26,4	-	5000	318	132
55	13,7	2000	6400	400,7	136,9
42,5	20,7	-	6250	380	155,3
59	30,5	-	8400	924,0	256,2
50	11,4	2000	6400	321,7	116,6
46,7	18	-	7000	385	127,8
35,2	25,3	-	5000	256,5	126,5
28,2	-	-	-	-	-
60	13,8	2000	6400	359,5	155,7
41,9	24,1	-	6500	455,7	156,7
-	-	-	-	3800	1363,7

✓
Сопоставление расчетных и фактических
по системе водоснабжения

№ п/п	Статья расхода электроэнергии по объектам	Расход электроэнергии, тыс. кВт.ч/год				Подача воды по факту	
		по рас- чету	по стать- ям рас- хода объек- тов, %	по факту	по объек- там (по фак- ту), %	млн. м ³ /год	тыс. м ³ /сут
I	2	3	4	5	6	7	8
	Блок ОЭС:	10024	100	10297	69,7	-	58,8
1	НС-1	3040	30,3	3123	-	-	62,5
2	ОВС	493	4,9	506	-	-	58,8
3	НС-2	6160	61,5	6328	-	21,45	58,8
4	Потери в трансформаторе	234	2,3	240	-	-	-
5	Потери в сети	97	1	100	-	-	-
	Артезианский водозабор:	3720	100	3700	25,1	3,88	10,6
6	НС-1А	1685	45,3	1675	-	-	10,6
7	Потери в трансформаторе и сети НС-1А	35	0,9	35	-	-	-
8	НС-2А (с потерями в трансформаторе и сети)	2000	53,8	1990	-	-	10,6
	НС подкачки	765	-	765	5,2	-	3,8
	Итого ...	13,744	-	14,762	100	25,33	69,4

Таблица 6

расходов электроэнергии
г. № за 1982 г.

на объект <u>гр.3</u> гр.7	Удельный расход электроэнергии, кВт.ч/1000 м				Отклонение, ± % <u>гр. II - гр. 9</u> гр. II x 100
	по расчету		по факту		
	часть от расхода по системе <u>гр.3</u> итог гр.7 x <u>гр.6</u> 100	на объект <u>гр.5</u> гр.7	часть от нормы по системе <u>итог гр.5</u> x <u>итог гр.7</u> x <u>гр.5</u> 100		
9	10	11	12	13	
467	378	480	407	+2,7	
133	-	137	-	-	
23	-	24	-	-	
287	-	295	-	-	
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	
959	136	954	146	-0,5	
434	-	431	-	-	
-	-	-	-	-	
515	-	513	-	-	
546	28	546	30	0	
-	542	-	583	-	

Табл.6 наглядно показывает структуру расходования электроэнергии, что позволяет более обоснованно выявить имеющиеся резервы экономии. Наибольшие затраты энергии (0,615х69,7 = 42,9%) приходится на НС-2. Поэтому здесь поиск резервов дает наибольший эффект.

5. Расчет ожидаемых изменений расхода электроэнергии в связи с объективными изменениями условий работы сооружений в планируемом 1983 г.

А. Реконструкция оголовка водозабора на НС-1. Удлинение всасывающих трубопроводов приводит к расчетному увеличению потерь напора воды на 2 м. Учитывая, что НС-1 работает при средних напорах 38,4 м, увеличение расхода электроэнергии составит $\frac{2 \times 100}{38,4} = 5,2\%$, или $3300 \times 0,052 = 172$ тыс.кВт.ч/год.

Б. Передача на баланс ПУВКХ 10 насосных станций подкачки, эксплуатировавшихся другими организациями.

Фактический расход на этих станциях в 1982 г. - 400 тыс.кВт.ч. Передача запланирована с 1.07.83 г. Таким образом дополнительные затраты электроэнергии на 1983 г. составят $0,5 \times 400 = 200$ тыс.кВт.ч.

В. Передача с баланса ПУВКХ другим организациям трех насосных станций подкачки. Фактический расход - 100 тыс.кВт.ч/год. Передача с 1.03.83 г. Расчетное сокращение расхода электроэнергии:

$$100 \times \frac{306}{365} = 84 \text{ тыс.кВт.ч/год.}$$

Г. Ввод в строй новой станции подкачки в районе нового строительства. Номинальная мощность насосного агрегата - 20 кВт. Расчетный коэффициент загрузки электродвигателя - 0,8. Расчетное время работы - 10 ч/сут. Ввод запланирован с 1.05.83 г. Расчетные затраты электроэнергии составят $20 \times 0,8 \times 245 \times 10 = 39$ тыс.кВт.ч.

6. Расчет ожидаемого сокращения расхода электроэнергии за счет реализации плана ОТМ

А. На НС-2 для сокращения избыточных напоров в водопроводной сети города используется дросселирование с помощью задвижек на напорных линиях насосов. Напор на выходе из насосной станции поддерживается в пределах 60-70 м, в то время как насосы работают с напорами 70-83 м. Без ущерба надежности водоснабжения возможно добиться экономии расходов электроэнергии путем обточки рабочих колес части из установленных насосов.

Предусмотрено с 1.01.83 г. осуществить обточку рабочих колес насосов с $D_0=765$ мм до $D_1=730$ мм и $D_2=690$ мм. Учитывая известную формулу $\frac{H_1}{H_0} = \left(\frac{D_1}{D_0}\right)^2$ и считая КПД насосов

неизменным, возможно рассчитать затраты электроэнергии при использовании насосов с обрезанными колесами при меньшей подаче. По аналогии с табл.4 расчеты сведены в табл.7.

Расчетная экономия электроэнергии для условий 1982 г. составит $6042 - 5366 = 676$ тыс.кВт.ч, а с учетом роста подача НС-2 в 1983 г. - $\frac{22,2}{21,45} \times 676 = 700$ тыс.кВт.ч.

Б. Проведение частичной реконструкции артезианского водозабора - НС-1А. Предусматриваются следующие мероприятия: замена насоса на скважине № 4 на марку ЭЦВ 10-120-80, что позволяет увеличить производительность скважины (и уменьшить нагрузку на другие менее экономичные) и повысить КПД с 36,5 до 59%;

ремонт насосов на скважинах № 2, № 5 и № 9 с увеличением КПД до паспортных значений;

выбор более экономичного режима работы скважин с преимущественной загрузкой насосов с более высокими КПД, в том числе вывод в резерв скважины № 8.

Расчеты расходов электроэнергии в планируемом 1983 г. приведены в гр. 10-15 табл.5.

Т а б л и ц а 7

Расчет расхода электроэнергии по НС-2
при использовании насосов с обточенным рабочим колесом

Подача воды на- сосами, м ³ /ч	Диаметр коле- са, мм	Напор (по рас- чету), м	КПД, %	Мощ- ность пот- реб- ляе- мая, кВт	Время рабо- ты, ч/год	Расход воды, тыс. м ³ /год	Расход электро- энергии, тыс. кВт.ч/год
1600	690	68,7	0,7	466	152	243,2	71
1800	690	67,9	0,72	504	700	1260	353
2000	690	67,1	0,78	511	1520	3040	777
2200	690	66,3	0,8	541	1218	2679,6	659
2400	730	74,3	0,83	638	1520	3648	970
2600	730	73,3	0,85	665	1826	4747,6	1214
2800	730	72,4	0,87	691	760	1960	525
3000	730	70,1	0,89	701	380	1140	266
3200	765	73,5	0,9	775	228	729,6	177
3400	765	70	0,91	776	456	1550,4	354
И т о г о ...					8760	21454,4	5366

Итоговые данные показывают, что за счет ОТМ происходит снижение удельных расходов электроэнергии с

$$\frac{1684,5}{3,88} = 434 \text{ до } \frac{1363,7}{3,8} = 359 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{1000\text{м}^3}.$$

Расчетная экономия электроэнергии в 1983 г. составит
(434 - 359) x 3,8 = 285 тыс. кВт.ч.

7. Расчет норм расхода электроэнергии на планируемый 1983 г.

Расчет сведен в табл.8, гр. 1-8 заполнены в соответствии с данными табл.6. Гр. 9 и 10 по данным планового отдела (распределение в гр.9 - по гр.6 табл. прил.9). Гр. 12 и 13 заполнены в соответствии с расчетами, приведенными в предшествующих п.5 и п.6.

Расчеты показывают, что за счет ОТМ намечено сократить расходы электроэнергии на 985 тыс.кВт.ч/год (6,6%). Одновременно в связи с вводом новых сооружений расходы электроэнергии увеличиваются на 327 тыс.кВт.ч/год (2,2%). В результате предлагаемая к утверждению норма 575 кВт.ч/1000м³ на 4,2% ниже нормы, утвержденной на 1982 г.

На утверждение представляются краткая пояснительная записка, табл.8 и расчеты в п.5 и п.6.

8. Расчет норм расхода электроэнергии для объединения Водоканал \sqrt -ской области за 1983 г.

Пример расчета приведен в табл.9.

Отчетные и планируемые данные получены в планирующих органах, а также в представляемых к утверждению расчетах норм по каждой системе водоснабжения.

Расчет нормы расхода электроэнергии на 1983 г.

№ ц/п	Статья расхода электроэнергии по объектам	Отчетные данные за отчетный год (1982 г.)						Норма расхода электроэнергии за 1982 г. (часть от нормы по системе)
		Подача воды		Расход электроэнергии по объектам системы	Удельный расход электроэнергии		кВт·ч / 1000 м ³	
		млн. м ³ /год	тыс. м ³ /сут		на объект	часть от нормы по системе		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Блок ОВС	21,45	58,8	10297	69,7	480	407	419
1	НС-1	22,82	61,5	3123	-	-	-	-
2	ОВС	21,45	58,8	506	-	-	-	-
3	НС-2	21,45	58,8	6328	-	-	-	-
4	Потери	-	-	340	-	-	-	-
	Артезианский водозабор:	3,88	10,6	3700	25,1	954	146	150
5	НС-1А	3,88	10,6	1710	-	-	-	-
6	НС-2А	3,88	10,6	1990	-	-	-	-
	НС подкачки	1,4	3,8	765	5,2	546	30	31
	Итого...	25,33	69,4	14762	100	-	583	600

Таблица 8

по системе водоснабжения г. N

Данные на планируемый год (1983 г.)						
Подача воды	Расход электроэнергии по базовой норме гр. 9х и по гр. 10	Ожидаемое изменение расхода электроэнергии		Расход электроэнергии с учетом ожидаемых изменений гр. 11+ гр. 12- гр. 13	Норма расхода электроэнергии	
		в связи с изменением условий работы	за счет ОТМ		на объект гр. 14	часть от нормы по системе гр. 10
м ³ /год		тыс. кВт·ч / год			кВт·ч / 1000 м ³	
10	11	12	13	14	15	16
22,2	10894	-	-	10366	467	401
23,6	2200	+172	-	3472	147	-
22,2	534	-	-	534	24	-
22,2	6700	-	-700	6000	270	-
-	360	-	-	360	-	-
3,8	3900	-	-	3615	951	144
-	1800	-	-285	1515	399	-
-	2100	(+200	-	2100	552	-
-	806	(-84	-	961	-	30
		(+39				
26	15600	+327	-985	14942	-	575

Таблица 9

Расчет нормы расхода электроэнергии за 1983 г.
по системам водоснабжения (водоотведения) М-ской области

№ п/п	Населенный пункт	За 1982 г.			На планируемый 1983 г.			Норма расхода электроэнергии, кВт.ч / 1000м ³
		Подача воды в сеть, млн. м ³ /год	Расход электроэнергии, млн. кВт.ч / год	Норма расхода электроэнергии, кВт.ч / 1000м ³	Подача воды в сеть, млн. м ³ /год	Расход электроэнергии, млн. кВт.ч	Норма расхода электроэнергии, кВт.ч / 1000м ³	
	Город Н.	25,33	14,76	600	26	14,94	575	
	Город М.	15	6	400	16	6,31	395	
	Поселки городского типа	3,2	3,3	1030	3,4	3,23	950	
	К.	1,8	0,63	350	2,15	0,62	360	
	Д.							
	Итого ...	45,33	24,69	548	47,55	25,3	531	

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Общие положения	3
II. Метод разработки норм расхода	6
III. Порядок разработки, утверждения и отчетности по нормам и контроль за их выполнением	10
IV. Порядок учета расходов электроэнергии и воды	12
V. Расчет расхода электрической энергии	13
VI. Форма расчета групповых норм расходования электроэнергии	19
VII. Расчет расхода топлива на очистку сточных вод ...	22
Приложения	24

Редактор Н.А. Каткова

Технический редактор В.Д. Полякова

Корректоры М.И. Водорезова и Е.В. Замахина

Подписано в печать	29.03.84	Формат 60x90/16
Печать офсетная.	Уч.-изд. л. 3,8	Печ. л. 4,0
Тираж 1500 экз.	Цена 38 коп.	Заказ 118

Отпечатано на ротапринтере ордена Трудового Красного Знамени
Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова