

Как повысить энергоэффективность и оптимизировать технические решения для водоснабжения гражданских объектов

Н. Россинский, руководитель направления «Гражданское строительство» ООО «СИЭНПИ РУС»

Д. Коньшин, руководитель отдела технического маркетинга ООО «СИЭНПИ РУС», РУДН

Одна из особенностей российского жилищного строительства – инерционный подход к проектированию многоквартирных домов. В частности, массовое применение технических решений, плохо адаптированных к динамическим системам водоснабжения, ведет к общему снижению энергоэффективности ЖКХ и росту эксплуатационных затрат, которые ложатся на плечи управляющих компаний и собственников жилья. Между тем практика показывает, что применение более эффективных и гибких технических решений, таких как многонасосные станции водоснабжения, позволяет добиться 20–25 % экономии электроэнергии, снижения расходов на плановые и аварийные ремонты, а также на 20–30 % увеличить срок службы оборудования.

Наследственная проблема

Типовые дома десятилетиями возводятся по единожды выполненным проектам с минимальными корректировками, а использование стандартизированных инженерных решений, например устоявшихся схем применения станций водоснабжения, позволяет ускорить проектирование и строительство объектов. Однако такой подход имеет ряд серьезных недостатков.

Например, заселение дома почти всегда происходит постепенно, по мере реализации квартир, проведения ремонтов, переезда владельцев и арендаторов. При этом реальные потребности объекта в водоснабжении не соответствуют проектным и постоянно меняются на этапах строительства и эксплуатации объекта.

Из-за значительных расхождений между расчетными данными и фактическими насосное оборудование работает в неоптимальных режимах, зачастую за пределами допустимых эксплуатационных условий. Это ведет к серьезному перерасходу электроэнергии и создает риски возникновения аварийных ситуаций, а следовательно, и проблемы для собственников жилья и коммунальных служб.

В результате эксплуатационные потери могут ощутимо превышать экономию, которой удалось добиться за счет использования типовых решений, скопированных с похожих объектов и, на первый взгляд, оптимальных с точки зрения проектирования, экономии площади и снижения стоимости. Гораздо логичнее и выгоднее применять в системах водоснабжения более гибкие технические решения. Рассмотрим это на конкретных примерах.

Станция водоснабжения: пример № 1

Малозэтажный жилой дом сдан в эксплуатацию в 2023 году. Проектная рабочая точка насосной станции соответствует пиковому показателю потребления воды $Q = 6 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре $H = 28 \text{ м вод. ст.}$

Техническое решение, рекомендованное специалистами компании CNP, – установка повышения давления PBS3CDM3-6C16LS на базе трех многоступенчатых вертикальных насосов CDM с номинальной подачей $3 \text{ м}^3/\text{ч}$, работающих по схеме «2+1». Габариты (Д×Ш×В) – 1062×900×775 мм, занимаемая площадь – $0,96 \text{ м}^2$. Если исходить из расчетных

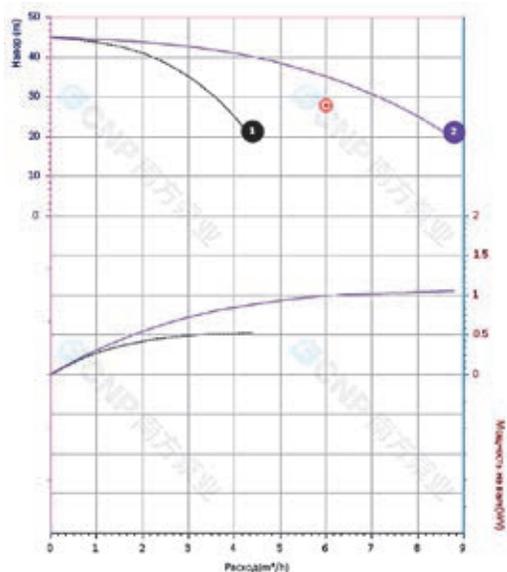


Рис. 1

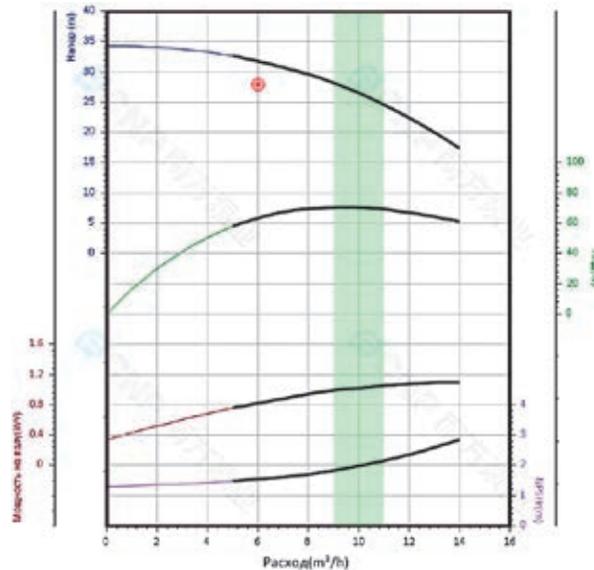


Рис. 3

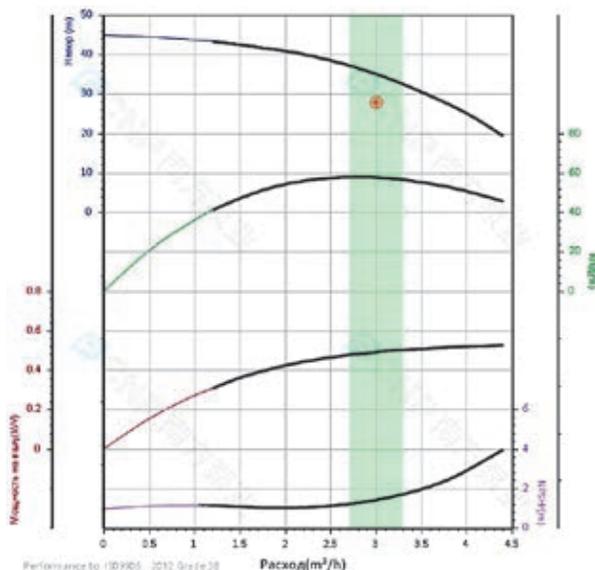


Рис. 2

данных, то такая установка обеспечит КПД 57 % в рабочей точке при мощности на валу насоса 0,78 кВт, а сама рабочая точка будет находиться в оптимальной зоне (рис. 1, 2).

Однако заказчик выбрал иное проектное решение – установка повышения давления PBS2CDM10-S16LS на базе двух многоступенчатых насосов CDM с номинальной подачей 10 м³/ч, работающих по схеме «1+1». Габариты (Д×Ш×В) – 762×1023×796 мм, занимаемая площадь – 0,78 м². С точки зрения усредненных проектных расчетов такой выбор является более оправданным: повысительная насосная станция должна обеспечивать в рабочей точке КПД 65 % при мощности на валу насоса 0,72 кВт. К тому

же она занимает немного меньше места (на 0,18 м²): в условиях характерного для современных зданий дефицита отведенных под инженерную инфраструктуру площадей это иногда имеет весомое значение (рис. 3).

Кроме того, проектное решение казалось менее затратным: на момент реализации проекта данная повысительная установка была дешевле предложенной к применению примерно на 55 тыс. рублей в текущих ценах.

Однако реальный опыт эксплуатации насосной станции дал совершенно иную картину. Оказалось, что расходы соответствуют или близки к проектному значению (6 м³/ч) только на пиках потребления дважды в сутки: утром с 7:00 до 9:00 и вечером с 19:00 до 21:00. В другое время суток фактическое потребление водыкратно ниже проектного. Например, в период с 11:00 до 17:00 часов средний расход составляет 2 м³/ч, а ночью (с 23:00 до 6:00) он еще ниже.

Реальная рабочая точка насосов в составе установки PBS2CDM10-3 перемещается и попадает на неоптимальные или даже недопустимые участки расходно-напорной кривой. В частности, на протяжении большей части светового дня при среднем расходе 2 м³/ч эквивалентная точка оказывается смещена влево, а КПД падает до 32 % при мощности на валу насоса 0,42 кВт. Это происходит потому, что каждый из насосов установки создан для работы на подачах, существенно превышающих реальное потребление (рис. 4).

Если же рассмотреть работу в аналогичных (реальных) условиях эксплуатации установки

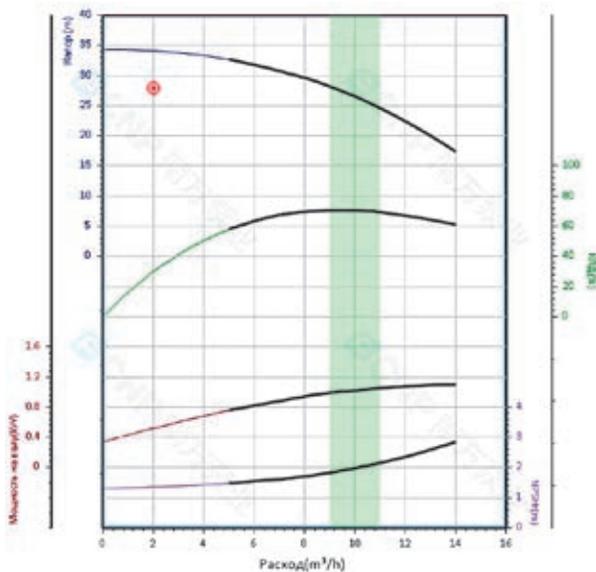


Рис. 4

PBS3CDM3-6 (вариант, предложенный CNP), то ее КПД в данной ситуации составит 57 % при мощности на валу насоса 0,28 кВт (вместо 32 % и 0,42 кВт соответственно). И это вполне логично, ведь для обеспечения потребностей дома на протяжении большей части дня достаточно одного насоса, который предназначен именно для работы на небольших подачах, а по мере роста потребления включается второй насос (при необходимости – все три) (рис. 5).

Сопоставив КПД двух установок в разное время суток, можно выяснить, что в режиме реальной эксплуатации повысительная станция PBS3CDM3-6 с тремя насосами экономит примерно 25 % электроэнергии по сравнению с проектным вариантом.

Таким образом, мнимая первичная экономия на стоимости и габаритах оборудования на практике ведет к увеличению затрат.

Станция водоснабжения: пример № 2

Многоквартирный дом, сдан в эксплуатацию в 2023 году. Проектная рабочая точка насосной станции соответствует пиковому показателю расхода (подачи) $Q = 16,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре $H = 95 \text{ м вод. ст.}$

Техническое решение, предложенное производителем, – установка PBS4CDM5-16C16LS на базе четырех многоступенчатых вертикальных насосов с номинальной подачей $5 \text{ м}^3/\text{ч}$, включенных по схеме «3+1». Габариты (Д×Ш×В) – 1366×904×1094 мм, занимаемая площадь – $1,49 \text{ м}^2$.

Проектное решение, выбранное заказчиком, – установка PBS3CDM10-10C16LS на базе трех насосов с номинальной подачей $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, включенных по схеме «2+1». Габариты (Д×Ш×В) – 1082×1023×1092 мм, занимаемая площадь – $1,11 \text{ м}^2$.

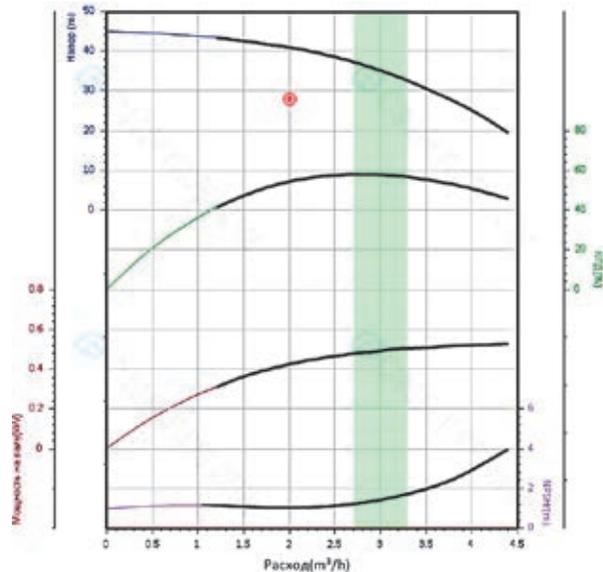


Рис. 5

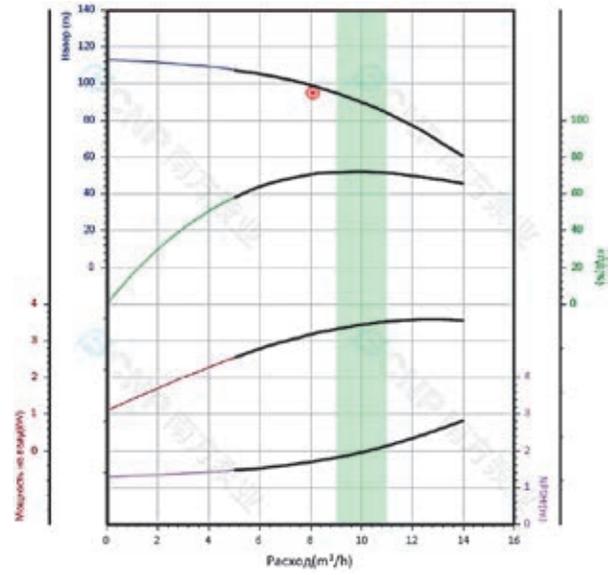
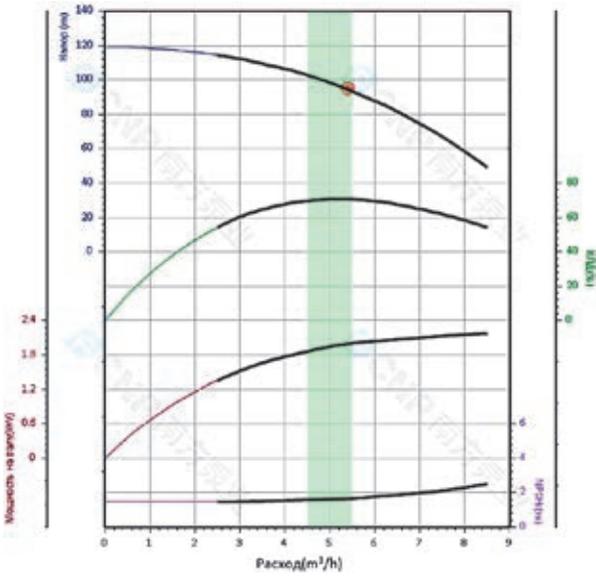
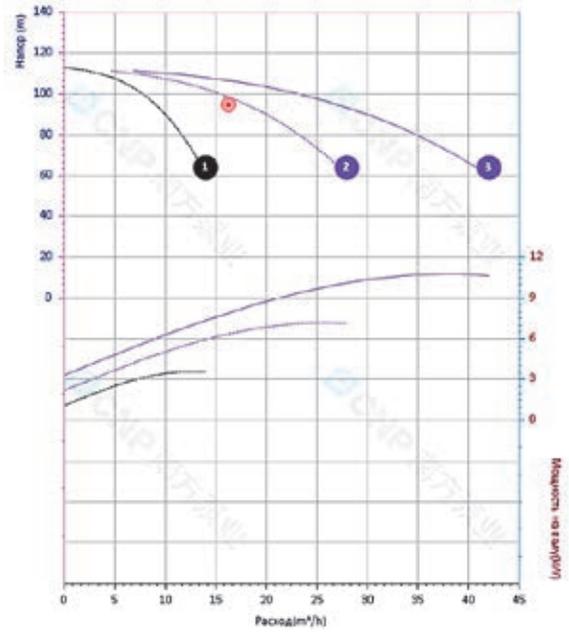
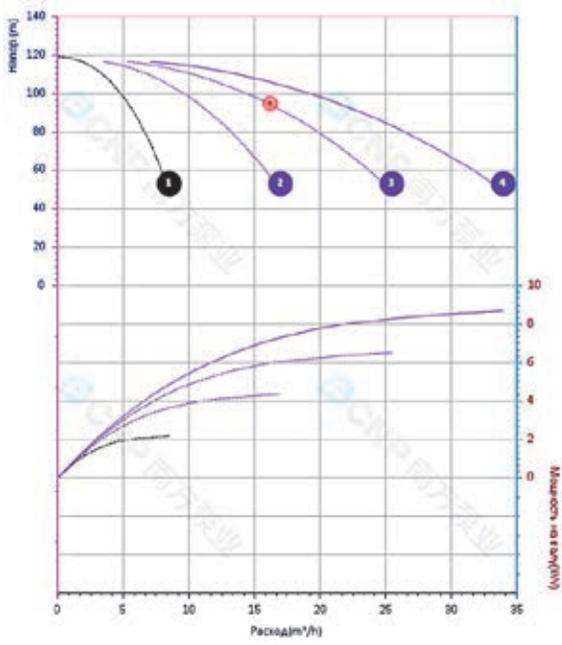
В данном случае выбор заказчика оказался дороже примерно на 85 тыс. рублей в текущих ценах, однако ему было отдано предпочтение как технически более привычному (подключение по схеме «2+1»). Согласно предварительным расчетам, оба решения должны были показать себя в работе примерно одинаково (рис. 6).

Рекомендация CNP	Выбор заказчика
PBS4CDM5-16C16LS	PBS3CDM10-10C16LS
Параметры в проектной рабочей точке	
КПД 71 %, мощность на валу 5,91 кВт	КПД 71 %, мощность на валу 6,00 кВт

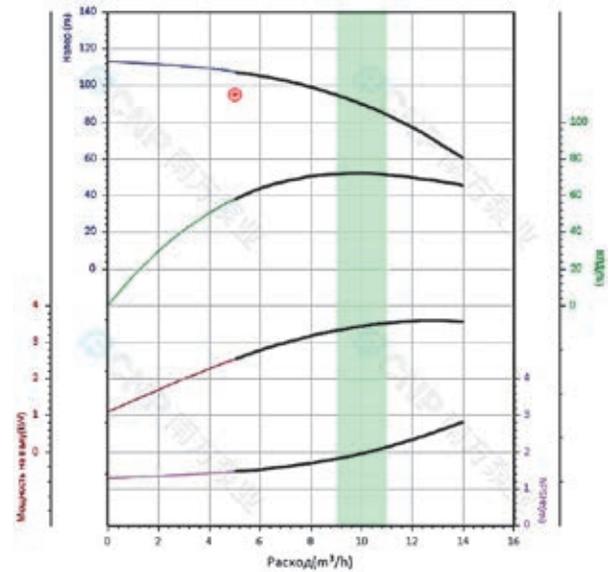
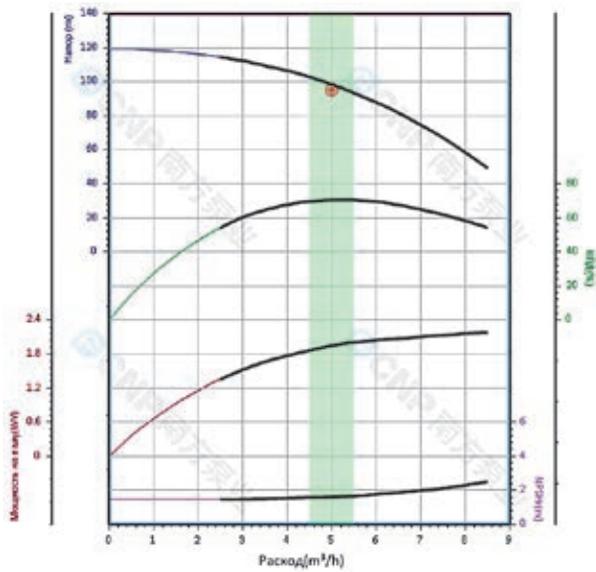
Чтобы понять реальную картину, предположим, что потребление воды в доме соответствует проектному только в пиковые часы, а в остальное время суток существенно ниже. В частности, примерно втрое ниже в середине дня, по аналогии с прошлым примером, который на практике иллюстрирует типичную картину водопотребления. Итак, рассмотрим вариант с расходом, равным $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ (рис. 7).

Рекомендация CNP	Выбор заказчика
PBS4CDM5-16C16LS	PBS3CDM10-10C16LS
Параметры в проектной рабочей точке	
КПД 71 %, мощность на валу 1,9 кВт	КПД 60 %, мощность на валу 2,21 кВт

Мы можем видеть, что в таком режиме в обеих установках будет работать по одному насосу, но у варианта на насосе CDM5-16 точка находится в оптимальной зоне, а у CDM10-10 – на границе области допустимых значений.



■ Рис. 6



■ Рис. 7

Таким образом, установка с большим числом насосов меньшей мощности позволяет расширить диапазон нормальной работы при суточных колебаниях потребления, а также обеспечивает 15 %-ную экономию электроэнергии. Более того, при дальнейшем снижении расхода, например в ночное время, такое решение обеспечивает еще более высокий уровень энергосбережения. Так, при подаче на уровне $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ экономия достигает 30 %.

Также необходимо принимать во внимание минимальное потребление и его рост на объектах по мере увеличения числа жителей в процессе заселения дома. Например, в большинстве новостроек в первые годы после сдачи проживает значительно меньше людей, чем предусмотрено проектом. Кроме того, установки повышения давления часто используются для водоснабжения еще на стадии строительства, особенно при проведении отделочных работ, когда потребление минимально и непрогнозируемо.

Все это приводит к тому, что насосное оборудование работает в еще более экстремальных режимах. По этой причине насосы нередко выходят из строя раньше положенного срока или даже раньше истечения срока гарантии. Как показывает практика, в среднем срок эксплуатации насосов сокращается на 20–30 %, а аварийные случаи происходят вдвое чаще. Однако гарантийными подобные случаи не являются, поскольку оборудование работает за пределами предусмотренных производителем режимов, а ремонт производится за счет эксплуатирующей организации и собственников жилья.

Резюме

Подведем итоги. Рассмотренные примеры позволяют сделать некоторые общие выводы.

1. Проектирование насосных станций водоснабжения многоквартирных домов с большим количеством насосов позволяет достичь 20–25 %-ной экономии электроэнергии, потребляемой насосами.
2. Многонасосные установки лучше адаптированы к сложным условиям эксплуатации с динамическим потреблением, область их применения гораздо шире, чем у изделий с меньшим количеством насосов.
3. Чем больше насосов в составе установки, тем меньше наработка моточасов у каждого насоса в отдельности, следовательно, ресурс такой установки выше.
4. Проектировщику необходимо принимать в расчет, что после ввода в эксплуатацию дом

заселяется не сразу. Чаще всего этот процесс занимает годы и в течение всего этого времени реальное потребление можеткратно отличаться от проектного. В результате насосное оборудование практически постоянно работает в экстремальных режимах, далеко за пределами рекомендованных производителем участков расходно-напорных кривых. Это существенно повышает аварийность и вероятность выхода оборудования из строя.

5. Нерегламентные условия эксплуатации нарушают условия гарантии, поэтому затраты на ремонт оборудования ложатся на плечи управляющих компаний и собственников жилья. Из опыта: в среднем каждый подобный ремонт обходится примерно в 10 % от стоимости насосной установки, что никак не учитывается при проектировании и закупке оборудования.
6. Консервативные решения на базе меньшего числа насосов более компактны, но разве экономия $0,4 \text{ м}^2$ является достаточной причиной, чтобы оправдать снижение на треть ресурса оборудования и на четверть – его энергоэффективности?

Итак, недостатки консервативного подхода очевидны. Стоимость применения прогрессивных решений если и выше, то ненамного, а в некоторых случаях даже ниже, как в рассмотренном в статье примере № 2. Если же принимать в расчет полную стоимость жизненного цикла оборудования, то благодаря экономии энергии и существенному сокращению затрат на ремонт и эксплуатацию автоматизированные многонасосные установки, адаптированные к работе в условиях переменных расходов, оказываются более рациональным и экономичным выбором.

Необходимо также учитывать фактор снижения нагрузки на коммунальные энергосети. В России ЖКХ – основной потребитель энергоресурсов, и при этом наименее эффективный. Эта проблема уже давно приобрела общенациональный характер. Дефицит генерирующих мощностей и ветшающие энергосети – реальность, с которой приходится сталкиваться буквально каждый день. В подобных условиях снижение энергопотребления насосов (на долю которых приходится примерно треть всего энергопотребления коммунального хозяйства) на 25 % становится стратегически значимым фактором. Конечно, одна или несколько установок мало что изменят, но комплексный пересмотр стандартов проектирования может внести существенный вклад в повышение общей эффективности отрасли. ●