

# РУКОВОДСТВО ПО ПОДБОРУ НАСОСОВ ДЛЯ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ



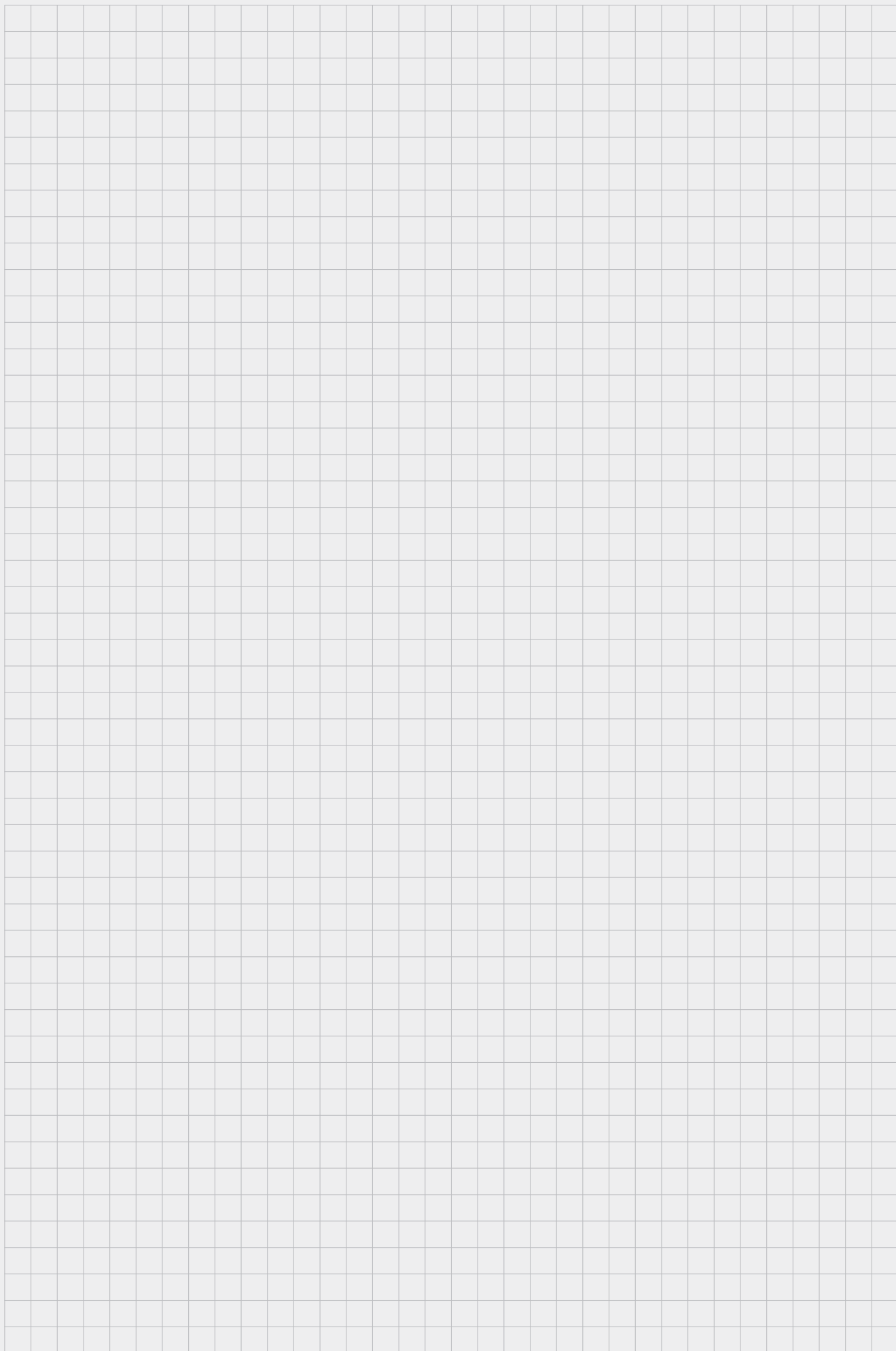
be  
think  
innovate

GRUNDFOS 

СЕРВИС ЦЕНТРАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ АДМИНИСТРАЦИЙ



# СОДЕРЖАНИЕ



<b>ВВЕДЕНИЕ</b>			
– значение правильного подбора насоса для ирригации	4	<b>8. УПРАВЛЕНИЕ, ИНФОРМАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ</b>	<b>50</b>
Руководство по насосам для орошения и ирригации	5	Управление и мониторинг	52
Выбор подходящего насоса	5	Дистанционное управление и передача данных	52
<b>1. ИСТОЧНИКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВА</b>	<b>8</b>	Частотно-регулируемый электропривод для оптимальной эффективности	53
Круговорот воды	10	Как сокращаются расходы	54
Грунтовые воды	10	<b>9. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ</b>	<b>56</b>
Поверхностные воды	11	Возобновляемые источники энергии — выгодное вложение средств	58
Сбор дождевой воды	11	Принцип работы насоса на возобновляемом источнике энергии	59
Водохранилища	11	<b>10. ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ</b>	<b>60</b>
<b>2. ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЧВЫ, ВОДЫ И РАСТЕНИЙ</b>	<b>12</b>	Принципы	62
Типы почвы	14	Потери на трение	63
Скорость инфильтрации	14	Давление пара	63
Качество воды и обработка	16	<b>11. НАСОСЫ И ДВИГАТЕЛИ</b>	<b>64</b>
Взаимосвязь растений	17	Типы центробежных насосов	66
Другие проблемы воды	17	Кавитация	67
<b>3. ЧТО ТАКОЕ «ОРОШЕНИЕ»?</b>	<b>18</b>	Производительность насоса	68
Определение орошения	20	Регулирование производительности	69
Краткая история	20	Электродвигатели	71
Критические области применения — питомники и теплицы	21	Защита двигателя	72
Несельскохозяйственные области применения	21	<b>12. ПОДБОР НАСОСА</b>	<b>74</b>
<b>4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРОШЕНИЯ</b>	<b>22</b>	Водозаборные скважины	78
Результативное и эффективное орошение	24	<b>13. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА</b>	<b>80</b>
Равномерность полива и эффективность орошения	24	<b>14. ОБЗОР НАСОСОВ</b>	<b>84</b>
Зависимости между РП и ЭО	24	Технический обзор	86
Выбор режима орошения	26	Обзор модельного ряда	87
<b>5. ТРАДИЦИОННЫЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПОЛИВ</b>	<b>28</b>	<b>15. БУДУЩЕЕ ЗА УСТОЙЧИВЫМ СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ</b>	<b>88</b>
Причины использования поверхностного полива	30	Автоматизация и интеллектуальная обработка данных	90
Типы поверхностного полива	31	Рост важности насоса	90
Компоненты и оборудование	31	<b>16. ГЛОССАРИЙ</b>	<b>92</b>
<b>6. СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ</b>	<b>32</b>		
Системы дождевания	34		
Капельное орошение	36		
Компоненты для принудительного орошения	38		
Типы фильтровального оборудования	41		
<b>7. ФЕРТИГАЦИЯ И ХИМИГАЦИЯ</b>	<b>42</b>		
Преимущества точности и равномерности	45		
Пусть все сделает система орошения	46		
Точность внесения жидкого удобрения	47		
Цифровые дозировочные насосы	48		
Как выбрать насос для фертигации	49		

# ВВЕДЕНИЕ

– ЗНАЧЕНИЕ ПРАВИЛЬНОГО ПОДБОРА НАСОСА ДЛЯ ИРРИГАЦИИ

ПРИРОДА ПО-НАСТОЯЩЕМУ  
УДИВИТЕЛЬНА. ПРИ  
ПРАВИЛЬНОМ СОЧЕТАНИИ  
ТАКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ КАК  
СОЛНЕЧНЫЙ СВЕТ, ПОЧВА,  
ТЕМПЕРАТУРА И ВОДА,  
РАСТЕНИЯ ПРИНОСЯТ ПЛОДЫ.  
ВСЕ ЖЕ ИНОГДА, ПРИРОДЕ  
ТРЕБУЕТСЯ ПОМОЩЬ.



Полив растений используется человечеством на протяжении тысяч лет. Ведь благодаря этому можно увеличить количество и качество будущего урожая, в том числе и в районах с достаточным количеством атмосферных осадков. Помимо сельского хозяйства, оросительные системы используются и для поддержания внешнего облика декоративных лужаек, помогая им выглядеть свежими и ухоженными.

Для создания правильной системы орошения необходимо обладать знаниями в области агрономии, климатологии, гидравлики, ботаники и техники. Эффективность процесса ирригации — это результат понимания того, когда и в каком объеме требуется полив. Наиболее рациональное использование источника воды при минимальном воздействии на ее качество способствует снижению энергопотребления и, следовательно, экономии средств владельца.

## РУКОВОДСТВО ПО НАСОСАМ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ И ИРРИГАЦИИ

В этом руководстве представлен исчерпывающий обзор современных решений в области ирригации наряду с экскурсом в прошлое. Мы не ставили перед собой задачу составить подробную инструкцию по строительству системы орошения. Скорее, мы стремились показать всю сложность этой системы и доступно объяснить принцип ее работы.

Вся представленная здесь информация, начиная со схем установок и заканчивая нашими рекомендациями по подбору насосов для оросительных систем, поможет фермерам и монтажникам принимать правильные и оптимальные решения.

Опыт работы компании Grundfos в области насосного оборудования для подачи воды насчитывает не один десяток лет и берет свое начало с самых первых лет работы компании. Более того, первым насосом, произведенным компанией Grundfos, был как раз насос для подачи воды. Сегодня наш модельный ряд представлен погружными насосами, вертикальными турбинными насосами, насосами с торцевым всасыванием, горизонтальными насосами с разъемным корпусом, интеллектуальными и цифровыми дозировочными насосами, многоступенчатыми насосами типа «in+line», частотно-регулируемыми приводами (VfD), дозировочными насосами для химических веществ и бустерными насосами, что может удовлетворить самые разнообразные потребности наших клиентов. Мы поставляем насосы для систем орошения с использованием грунтовых и поверхностных вод.

Мы всегда рядом с теми, кому нужна наша помощь. Благодаря разветвленной сети наших представительств и компаний-партнеров для вас не составит труда получить нужные вам насосы, запасные части и профессиональную поддержку. Филиалы компании Grundfos расположены во всех крупнейших сельскохозяйственных районах мира.

Для более эффективного решения задач, которые стоят перед фермерами и поставщиками оросительных установок, компания Grundfos разработала модельный ряд насосов Pасо и Peerless, позволяющих создавать наиболее оптимальные системы полива.

Каждая компания обладает многолетним опытом работы в области сельского хозяйства. Благодаря нашим разработкам, начиная с глубинных турбинных решений и заканчивая поверхностными бустерными системами, и профессиональному опыту мы можем

удовлетворить любые растущие потребности мелиорации. Уникальное наследие нашей компании и внесенный ею вклад в развитие рынка позволяют нам видеть его потребности в ретроспективе и помогать фермерам отвечать на вызовы будущего.

Компания Grundfos выражает благодарность Центру оросительной технологии (CIT) Калифорнийского государственного университета Фресно и Ассоциации ирригации (IA) за сотрудничество при создании этого руководства.

## ВЫБОР ПОДХОДЯЩЕГО НАСОСА

От подбора насоса зависит способность ирригационной системы обеспечить посевам необходимым количеством воды и эффективность полива. Эти требования могут быть выполнены только в том случае, если характеристики насоса соответствуют параметрам системы орошения, поддерживается низкое давление в системе и используются средства управления. Все это может обеспечить компания Grundfos. Краткий экскурс по подбору насосов представлен ниже.

Способ забора воды из источника и ее распределения на поле зависит от конкретной технологии орошения. Задача заключается в том, чтобы обеспечить равномерный полив всей площади с минимальными энергозатратами и подачей оптимального количества воды для каждого растения. Современные способы полива эффективно справляются с этой задачей. При этом выбор подходящего насоса имеет критически важное значение.

Для равномерного орошения поля лучше всего разделить площадь, полив которой необходимо обеспечить, на зоны по необходимому количеству воды, типу культур и почвы. Как правило, подача воды на многочисленные капельницы, поверхностные или погружные насосы и разбрызгиватели в пределах зоны обеспечивается одним оросительным клапаном по системе труб или трубок. Зональное планирование ирригационных систем позволяет решить проблему недостаточного давления и подачи, которая возникает в случае использования одной ирригационной системы для полива всего поля. Включение и выключение системы полива зоны через определенный период времени происходит по сигналу шкафа управления (механического или чаще всего электрического и цифрового типа). При использовании дождевальных машин с центральной осью вращения зонального планирования не требуется. В этом случае управление установкой осуществляется с помощью одного насоса, при включении которого происходит активация машины.

### Первый этап — подбор оборудования для полива

Для работы каждого типа оборудования требуется свое количество воды и давление, поэтому к подбору насоса нужно подходить уже после выбора остального оборудования. Особое внимание следует уделить шкафу управления, который регулирует работу насоса, включая и выключая систему полива на определенный период. Необходимость отключения может быть вызвана, например, нежелательностью полива в солнцепек или при сильном ветре, что поможет рационально использовать воду.

Шкаф управления может управлять работой насоса по заранее введенным в него программам, выбирая оптимальный режим работы и с точки зрения повышения урожайности, и с точки зрения рационального использования водных ресурсов. Например, выключение насоса на некоторый промежуток времени способствует лучшему впитыванию воды в почву, так что при последующем его включении состояние почвы будет оптимальным для принятия новой порции воды, тем самым снизится ее сток.

В настоящее время все большим спросом начинают пользоваться интеллектуальные решения для управления насосами, благодаря которым фермеры получают доступ ко всем преимуществам систем с компьютерным управлением, а дистрибьюторы могут включить мониторинг и управление в пакет услуг для фермеров. В автоматических оросительных системах давление регулируется на основе метеорологических данных и показаний датчиков влажности почвы и дождя.

### Источник воды

Залогом успеха фермерской деятельности является доступ к достаточному количеству воды. Еще в середине прошлого века люди считали воду неограниченным ресурсом. Сегодня мы знаем, что вода требует рационального использования. И дело не только в росте населения Земли, а в том, что современный человек потребляет больше калорий и мяса, поэтому для выращивания продовольствия необходимо больше воды. Так, к 2045 году мир должен удвоить объемы производства пищевых продуктов для удовлетворения растущих потребностей населения.

Источником для полива могут быть грунтовые воды, для доступа к которым обустраиваются колодцы или скважины, поверхностные воды рек, каналов, озер или водохранилищ, либо нетрадиционные источники, такие как очищенные сточные воды, деминерализованная вода, дренажные стоки или в целом регенерированная вода.

Подбор типа насоса также зависит от месторасположения источника, из которого предполагается осуществлять забор воды. Погружные глубинные насосы и турбинные насосы могут работать на глубине нескольких сот метров под землей. Для перекачки поверхностных вод вашему вниманию также предлагается целый ряд насосов.

Если водозабор происходит из открытого водоема или какого-либо резервуара, то погружные насосы имеют такие преимущества, как снижение риска кражи и уровня шума, который сводится к шуму в трубопроводе и в клапанах. На участках, где уровень шума не имеет значения, большинство североамериканских фермеров использует вертикальные турбинные насосы с масляной смазкой.

Конструкция таких насосов также обеспечивает легкий доступ к двигателю для обслуживания или замены.

Подача воды в оросительную систему зависит от двух важных факторов: наличия воды и потребности растений в воде.

Если в качестве поливной воды используются грунтовые воды, то для предотвращения снижения их уровня рекомендуется использование более одной скважины. Также вместо одного насоса большой мощности рекомендуется использовать несколько менее мощных насосов. Такая система обладает целым рядом преимуществ, включая обеспечение требуемой величины подачи путем включения/выключения необходимого количества насосов, замедленное снижение уровня водоносного слоя, снижение энергопотребления за счет ограничения высоты подъема и сведение к минимуму вредоносного воздействия на водоносный слой. Если подача воды обеспечивается одним насосом и при этом ее величина зависит от зоны, типа культуры или количества требуемой поливной воды, то рекомендуется использовать привод с регулируемой частотой вращения (VFD).

### Критерии выбора насоса

Для ирригации, как правило, использовали насосы слишком большого размера. Выбор подходящего насоса является залогом хорошей работы оросительной системы. При этом необходимо учитывать такие моменты, как низкий уровень энергопотребления, поддержание давления в системе, регулирование частоты вращения (с помощью VFD) и защита двигателя.

Сегодня насосы более эффективно интегрируются в оросительную систему. Это означает, что насос должен конструктивно сочетаться с оросительным оборудованием, или, наоборот, оборудование должно конструктивно подходить для насоса.

Прежде всего необходимо учитывать уровень энергопотребления. Насос и двигатель имеют разные КПД, поэтому перед окончательным выбором насоса необходимо посчитать суммарный КПД всей установки. Расход энергии определяется количеством энергии, потребляемой двигателем, поэтому нужно сравнить подачу и на-

**ПОДАЧА ВОДЫ  
В ОРОСИТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ  
ЗАВИСИТ ОТ ДВУХ ВАЖНЫХ  
ФАКТОРОВ: НАЛИЧИЯ ВОДЫ  
И ПОТРЕБНОСТИ РАСТЕНИЙ  
В ВОДЕ**



пор насоса с энергопотреблением двигателя, выражаемым в [кВт]. В технической документации большинства насосов указываются все необходимые данные, что позволяет выполнить расчет КПД без особенных затруднений.

Давление в системе должно быть как можно ниже. Это эффективный способ сведения к минимуму протечек и экономии воды и электроэнергии. Однако, для нормальной работы необходимо поддерживать заданное минимальное давление, без которого система не сможет выполнять свои функции.

Эффективность работы насоса определяется не только подачей воды в трубы. Например, использование частотно-регулируемого привода повышает эффективность забора грунтовых вод при подаче воды напрямую в оросительную систему. Многонасосные бустерные системы позволяют получить оптимальный результат при заборе и распределении поверхностных вод. А системы мониторинга и управления обеспечивают бесперебойную подачу поливной воды, защищая насос от работы всухую, отказа двигателя либо повышенного или пониженного напряжения питающей сети. Защита двигателя в конечном итоге снижает расходы на обслуживание.

#### **Комплексная конструкция для снижения затрат**

Все перечисленные элементы должны быть встроены в систему. Благодаря такому решению фермер сможет воспользоваться всеми преимуществами современной оросительной насосной системы. Поддержание требуемого давления в системе и расхода в трубах и насадках обеспечивает подачу большего объема воды за кВтч и экономию электроэнергии при том, что энергопотребление является одной из основных статей затрат в сельском хозяйстве.

Если насос по всем параметрам подходит для оросительной системы, давление не превышает необходимый уровень и используется шкаф управления, то эксплуатационные расходы, как правило, снижаются. Подача поливной воды в нужном количестве — залог повышенной урожайности и доходности, более рационального водопользования и устойчивого развития сельского хозяйства в будущем.



КРУГОВОРОТ ВОДЫ	10
ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ	10
ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ	11
СБОР ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ	11
ХРАНЕНИЕ ВОДЫ – РЕЗЕРВУАРЫ, БАКИ И НАКОПИТЕЛИ	11



01

# ИСТОЧНИКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВА

ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПОЛИВА ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ЗАДАЧЕЙ СТАНОВИТСЯ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКА ВОДЫ. РАЗУМЕЕТСЯ, ПРИ РАБОТЕ С РАЗНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ВОДЫ БУДУТ И РАЗНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ.

ТИП НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В БОЛЬШОЙ СТЕПЕНИ ЗАВИСИТ ОТ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВОДНОГО ИСТОЧНИКА, РЕСУРСЫ КОТОРОГО ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ.

# ИСТОЧНИКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВА

## КРУГОВОРОТ ВОДЫ

Источником воды могут быть грунтовые воды, поверхностные воды, дождевая вода или водохранилища. У некоторых фермеров может быть под рукой несколько подобных источников, в то время как другие бьются над задачей, как получить достаточное количество воды из одного. Наличие источников воды для полива зависит от места расположения поля. Кроме того, необходимое количество воды зависит от типа выращиваемой культуры и способа ирригации. Обеспечение эффективного использования источника воды является залогом высокой урожайности.

## ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Грунтовые воды, возможно, являются самым надежным водным источником на земле, поэтому рациональное использование грунтовых вод жизненно важно с точки зрения сохранения этого источника. К сожалению, грунтовые воды скрыты от нашего взора, что усложняет их оценку. Бесконтрольное использование грунтовых вод может привести к таким проблемам, как ограничение производительности скважины, износ деталей насоса, засорение системы и чрезмерная откачка грунтовых вод.

Чрезмерная откачка означает, что объем забираемой воды превышает производительность скважины, т.е. уровень воды не восстанавливается. Это приведет к работе насоса всухую и выведет его из строя. Кроме того, вместе с водой начинает откачиваться песок, что также может повредить насос. Для предотвращения попадания в насос песка необходимо установить в скважину песочный сепаратор. Однако самым лучшим способом сохранения источника поливной воды и защиты насоса от повреждения является оценка количества воды, которое может выдавать скважина.

### Источники воды на Земле:

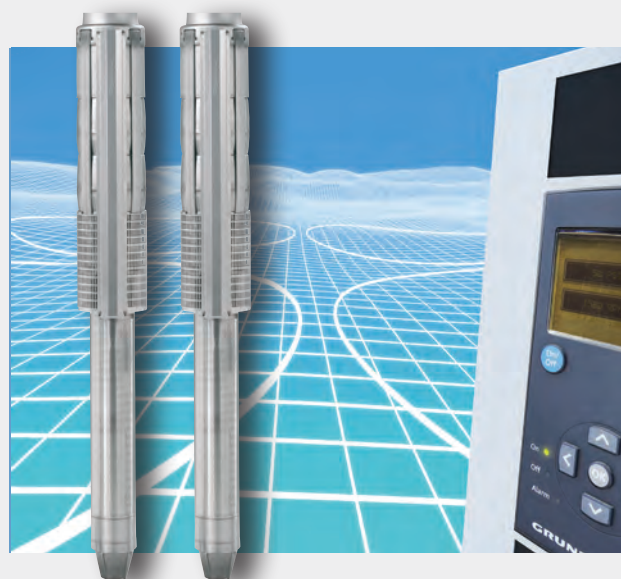
- **3%** — пресная вода или **1%** — готовая для использования вода
- **70%** — ледники
- **30%** — грунтовые воды или озера и реки

При подборе подходящего насоса для забора грунтовых вод важно учитывать такие моменты, как pH и температура воды, содержание минералов и солей. При расчете длительности периода орошения и общего времени работы насоса необходимо выделить достаточно времени для обслуживания и ремонта с учетом дополнительных запусков системы полива в жару. Если тариф на электроэнергию зависит от времени работы насоса, важно выбрать такой типоразмер насоса, чтобы подачу воды можно было осуществлять в течение часов пиковой нагрузки.

При подборе насоса необходимо учитывать тип оросительной системы. В разных системах необходимо поддерживать разное

рабочее давление (например, в дождевальных системах полива и системах капельного орошения). Использование неподходящего насоса может стать причиной избыточной или недостаточной подачи воды и (или) неправильного давления в системе. Качество воды также может спровоцировать повышенный износ рабочего колеса и других компонентов насоса.

Иногда производительность скважины может колебаться. В этих случаях рекомендуется использовать частотно-регулируемый электропривод, который управляет работой насоса в зависимости от уровня воды в скважине, обеспечивая его защиту от сухого хода. Аналогичным образом, в случае понижения водоносного слоя в течение оросительного сезона частотно-регулируемый электропривод обеспечивает требуемые для системы полива подачу и давление. При подборе насоса и электродвигателя необходимо принимать в расчет максимальное понижение уровня грунтовых вод, чтобы гарантировать надлежащую работу системы полива.



В некоторых случаях фермеру известно, что если откачивать воду непосредственно из скважины, ее не будет хватать. Для решения этой проблемы рекомендуется оборудовать дополнительный поверхностный резервуар, из которого можно при необходимости отбирать воду. Вода подается в резервуар непрерывно. Его наполнение занимает больше времени, чем забор воды, тогда как скорость откачки превышает скорость подачи. Таким образом происходит балансировка уровня воды в резервуаре, и в распоряжении фермера всегда есть источник достаточного количества воды.

Это решение подходит для систем защиты от замерзания, в которых используется большой объем воды. Тем не менее при поверхностном хранении воды может потребоваться ее очистка от водорослей и других попавших в резервуар органических материалов. При хранении в резервуаре вода требует такой же обработки, как поверхностные воды.

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

Поверхностные воды — это второй основной источник пресной воды. Они включают в себя озера, родники, реки, каналы, ручьи и т.д. Забор воды из поверхностных источников не составляет никакого труда. Однако при выборе эффективной насосной системы для работы с поверхностными водами необходимо учитывать ряд факторов.

Во-первых, при использовании источника общественного водоснабжения необходимо принимать во внимание то обстоятельство, что забор воды производится несколькими потребителями, в результате чего в жаркое время года уровень воды может значительно снизиться. Для обеспечения наличия требуемого количества воды и защиты насоса от сухого хода рекомендуется создать водохранилище.

Если существует вероятность затопления (в результате наводнения или паводка), то необходимо установить погружной насос, поскольку насосы со стандартным электродвигателем при попадании внутрь воды выйдут из строя. Если насос находится в таком месте, где его могут украсть, рекомендуется установить забор или специальную защитную конструкцию, чтобы снизить риск кражи или как минимум затруднить задачу злоумышленников.

При проектировании систем для забора воды из поверхностных источников также необходимо учитывать качество воды. В период таяния снега или дождей в поверхностных водах содержится большое количество грязи, ила и других посторонних включений. Предотвратить попадание подобных веществ в насосную систему поможет установка отстойника перед всасывающей линией насоса. Отстойник должен быть не менее шести метров в длину и с таким уровнем воды, чтобы при расчетном значении подачи максимальная скорость потока в отстойнике не превышала 0,015 м/с. Перед началом проведения работ по поливу для обеспечения нормальной работы насосной системы необходимо подготовить отстойник и удалить из него грязь. Рост водных организмов в отстойнике могут снизить эффективность его работы. Для предотвращения размножения вышеуказанных организмов необходимо исключить попадание в отстойник солнечных лучей. Воду также можно обрабатывать или очищать на входе в насос с помощью самоочищающихся фильтров или набора фильтров, чтобы предотвратить нарушение работы насоса вследствие попадания внутрь него мусора и других органических материалов.

## СБОР ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ

Если отсутствует источник грунтовых или поверхностных вод или запасы воды в нем недостаточны для того, чтобы обеспечить полив, можно создать искусственные резервуары для хранения требуемого объема поливной воды для фермы. Такие резервуары включают системы сбора дождевой воды и водохранилища. Такое решение безусловно не подходит для стран с сухим климатом и небольшим количеством осадков. Однако его можно рассматривать как дополнительный источник поливной воды, помимо поверхностных или грунтовых вод.

Дождевую воду можно собирать и хранить для последующего использования. Для сбора дождевой воды используются такие поверхности, как крыши зданий, дороги и пешеходные тротуары. Собранная вода затем хранится в специальных баках. Для проектирования эффективной системы сбора дождевой воды

необходимо учитывать требуемое количество поливной воды, средний уровень осадков, приходящихся на данную площадь, и емкость баков для хранения.

Одна лишь система сбора дождевой воды не способна обеспечить полив всех площадей, однако ее можно использовать как дополнительный источник воды в сезон пиковой нагрузки. В период хранения может потребоваться обработка воды, поскольку качество стоков с крыш и других сооружений может не соответствовать установленным требованиям.

## ВОДОХРАНИЛИЩА

Для хранения воды можно использовать наземные открытые резервуары или подземные водохранилища. Эти две различные системы служат для одной цели: хранение воды, которая будет использоваться в период пиковой нагрузки в дополнение к основному источнику воды. Установка и демонтаж наземной системы не требует больших затрат. Однако вода может испаряться, из-за чего увеличивается концентрация соли. Расположение резервуара на поверхности провоцирует рост водорослей и мха. Под установку оборудования используются участки пахотных земель. Также существует риск затопления во время работы в резервуаре или рядом с ним. Использование подземных водохранилищ не сопряжено с такими проблемами. Однако стоимость их строительства и демонтажа более высокая.

При проектировании распределительной насосной системы для откачки воды из наземных и подземных водохранилищ рекомендуется устанавливать бустерные насосные установки с параллельно включенными насосами. Такое решение обладает целым рядом преимуществ, включая малый типоразмер электродвигателей, уменьшение пикового значения тока при включении и уменьшение гидравлического удара при включении/выключении.

Накопители представляют собой еще один тип водохранилищ. Для его создания воду закачивают в скважину в одном месте для повышения водоносного слоя и хранения воды. При необходимости из этой скважины снова делается забор воды.



ТИПЫ ПОЧВЫ	14
СКОРОСТЬ ИНФИЛЬТРАЦИИ	14
КАЧЕСТВО ВОДЫ И ОБРАБОТКА	16
ВЗАИМОСВЯЗЬ РАСТЕНИЙ	17
ДРУГИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДЫ	17



# 022

# ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЧВЫ, ВОДЫ И РАСТЕНИЙ

УРОЖАЙНОСТЬ ЗАВИСИТ НЕ ТОЛЬКО  
ОТ ПОЛИВА. МЕЖДУ ПОЧВОЙ, ВОДОЙ  
И РАСТЕНИЯМИ СУЩЕСТВУЮТ СЛОЖНЫЕ  
ВЗАИМОСВЯЗИ, КОТОРЫЕ НАПРЯМУЮ  
ВЛИЯЮТ НА РОСТ КУЛЬТУРЫ.

ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ БОЛЬШОЙ УРОЖАЙ,  
НУЖНА ПЛОДОРодНАЯ ПОЧВА И ВОДА.

# ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЧВЫ, ВОДЫ И РАСТЕНИЙ

## ТИПЫ ПОЧВЫ

Почва является результатом взаимодействия растений, животных, климатических условий и выветренной породы. Она состоит из минеральных частиц, разлагающегося органического вещества, воды, воздуха и живых организмов. Примерно половину объема почвы занимает поровое пространство. Это воздушные карманы, благодаря которым корни могут расти, а вода впитываться. Другая половина почвы состоит из минерального и органического вещества. Однако на органическую составляющую приходится всего 1—4 процента от всего объема почвы.

В большинстве случаев почва представляет собой смесь глины, ила и песка. Это три главных элемента, по содержанию которых выполняется классификация почвы.

Каждая из этих составляющих уникальна. Песок — это самая маленькая фракция почвы, которую можно увидеть невооруженным глазом. Песок является сыпучим материалом, состоящим из отдельных зерен, поэтому в сухом и влажном состоянии он остается жестким на ощупь. Если вы сожмете в руке горсть сухого песка, а потом разожмете, то песок начнет сыпаться с ладони. А если сжать горсть влажного песка, то у вас получится слепок с вашей руки, который, однако, рассыпется при первом прикосновении. Частицы ила и глины невозможно увидеть невооруженным глазом.

В сухом состоянии ил мягкий на ощупь и напоминает порошок. Во влажном состоянии он становится маслянистым. Сухая глина очень жесткая, но если ее намочить, она становится липкой и пластичной. Как правило, из сухой глины образуются чрезвычайно жесткие блоки или призмы. Глина обладает одновременно когезивными и адгезивными свойствами. Сочетание характеристик этих элементов в составе одной смеси придает ей уникальные особенности.

В зависимости от соотношения трех составляющих различают восемь типов почвы. Помимо этого, почва отличается по своей структуре. На рисунках показано, как можно определить тип почвы по ее текстуре и оценить степень влажности по виду образца и на ощупь.

## СКОРОСТЬ ИНФИЛЬТРАЦИИ

Структура определяет различные свойства почвы в отношении воды. Время просачивания воды, объем воды, удерживаемый в корнеобитаемом слое почвы, скорость движения воды в почве и доступный для растений объем воды — все это зависит от типа почвы. При первом поливе скорость инфильтрации находится на высоком уровне, но затем она начинает экспоненциально снижаться.





Преобладающая структура	Мелкозернистый песок и глинистый мелкозернистый песок	Песчанистый суглинок и мелкозернистый глинистый песок	Опесчаненный иловатый суглинок и глина	Глина, иловатый суглинок или пылеватый-иловатый суглинок
Влагоемкость (мм/метр)	50—100	108—142	123—175	133—200
Доступная почвенная влага	Дефицит почвенной влаги (метр/метр) при указанных характеристиках почвы на вид и на ощупь.			
0—25 %	Сухая почва, удерживается вместе без внешнего воздействия. На пальцах остаются частицы песка.	Сухая почва, образует очень непрочный ком. От кома отсоединяются агрегаты зерен.	Сухая почва, агрегаты зерен легко отделяются, на пальцах не остается влажных следов.	Сухая почва, агрегаты зерен легко отделяются, при сжатии твердые комки рассыпаются.
	100—58	142—92	175—117	200—133
25—50 %	Немного влажная почва, образует непрочный ком с отчетливо видными следами пальцев. На пальцах небольшой налет из отдельных песчинок и агрегатов песчаных зерен.	Немного влажная почва, образует непрочный ком с отчетливо видными следами пальцев, отсоединяется несколько агрегатов зерен. На пальцах остаются легкие влажные следы темного цвета.	Немного влажная почва, образует непрочный ком с шероховатой поверхностью, на пальцах остаются влажные следы темного цвета.	Немного влажная или влажная почва, образует непрочный ком. От кома отсоединяется очень небольшое количество агрегатов, влажные следы не остаются. При сжатии комки разрушаются.
	58—42	92—67	117—75	133—92
50—75 %	Влажная почва, образует непрочный ком. На пальцах остаются отдельные песчинки и агрегаты песчаных зерен, и влажные следы темного цвета.	Влажная почва, образует ком, от которого практически не отделяются агрегаты зерен. Легкие влажные следы темного цвета.	Влажная почва, образует ком с отчетливо видными следами пальцев, на пальцах остается неравномерный слой почвы/влаги. Почва темного цвета, пластичная.	Влажная почва, образует мягкий ком с отчетливо видными следами пальцев, на пальцах остается небольшое количество зерен или не остается никаких следов. Пластичная почва, легко сдавливается между большим и указательным пальцами в полоску.
	42—17	67—33	75—42	92—50
75—100 %	Мокрая почва, образует непрочный ком, на пальцах остается неравномерный налет из отдельных песчинок и агрегатов песчаных зерен.	Мокрая почва, образует ком, при сжатии или встряхивании на поверхности выступает избыточная влага. Неравномерный слой почвы/влаги на пальцах.	Мокрая почва, образует мягкий ком, на пальцах остается легкий или плотный слой почвы/влаги. При сжатии и встряхивании почва может блестеть.	Мокрая почва, образует мягкий ком, при сжатии и встряхивании почва может блестеть. На пальцах остается легкий или плотный слой почвы/влаги, легко сдавливается в полоску.
	17—0	33—0	42—0	50—0
Полевая влагоемкость (100%)	Мокрая почва, образует непрочный ком. При встряхивании на поверхности кратковременно блестит избыточная влага. После сжатия на руке остается влажный след.	Мокрая почва, образует мягкий ком, при сжатии или встряхивании на поверхности кратковременно выступает избыточная влага. Неравномерный слой почвы/влаги на пальцах.	Мокрая почва, образует мягкий ком, при сжатии или встряхивании на поверхности блестит избыточная влага. Толстый слой почвы на пальцах.	Мокрая почва, образует очень мягкий ком, при сжатии или встряхивании на поверхности почвы/влаги на пальцах. Почва блестит, маслянистая и липкая, не сдавливается в полоску.
	0—0	0—0	0—0	0—0

Оценка влажности почвы по внешнему виду образца почвы (данные из буклета NRCS, USDA «Оценка влажности почвы по внешнему виду»).

Крупнозернистая песчаная почва может впитать за час больше воды, чем глинистый грунт. Однако поровое пространство у мелкозернистой почвы больше, чем у крупнозернистой, поэтому она способна удерживать больший объем воды. По размеру поры в мелкозернистом грунте меньше, но по общему количеству их гораздо больше.

Благодаря этому мелкозернистая почва способна хранить большее количество воды на метр глубины, чем крупнозернистая. Грунт с высоким содержанием песка удерживает всего 42—83 мм воды на метр глубины, тогда как илистая почва — до 200 мм воды на метр глубины.

Скорость инфильтрации также зависит от схемы полива, концентрации кальция и соли в почве, способа обработки почвы, содержания микроорганизмов и органического вещества. Если скорость полива превышает коэффициент проницаемости и скорость инфильтрации, это приводит к образованию корки на поверхности почвы, что снижает интенсивность просачивания воды и может привести к заплуживанию.

В свою очередь заплуживание вызывает такие проблемы, как сток воды, потеря удобрений и пестицидов, эрозия почвы и повышенный риск заболевания растений.

Другая проблема, связанная со схемой полива, заключается в нарушении структуры поверхности почвы. Усиленное дождевание (капли большого размера и высокая скорость орошения) разрушает структуру поверхности. Кроме того, при чрезмерном поливе в корнеобитаемом слое почвы формируется водоносный слой. Он в свою очередь приводит к образованию слоев соли, которые могут повредить корни растений.

Повышению скорости инфильтрации способствует кальций, органические вещества и микроорганизмы. Скорость полива и общий объем поливной воды не должны превышать скорость инфильтрации соответствующих типов почвы и влагоемкость почвы на требуемой глубине ирригации. В почве должен поддерживаться баланс твердого вещества, воды и воздуха.



Водонасыщенная почва	Полевая влагоемкость	Точка завядания	
Водонасыщенная почва	Твердое вещество	Вода	
Полевая влагоемкость	Твердое вещество	Вода	Воздух
Завядание	Твердое вещество	Вода	Воздух

*Полевая влагоемкость — это количество воды, удерживаемое почвой. При слишком большом количестве воды почва становится водонасыщенной, а при слишком малом количестве воды растения быстро приближаются к точке завядания.*

Почва аккумулирует воду, которую поглощают корни растений. Почва действует как губка, имеющая предел по тому количеству воды, которую она может впитать. При достижении уровня предельной полевой влагоемкости вода просачивается через грунт, как сквозь губку, которая больше не может вбирать в себя воду.

То количество воды, которую может удерживать почва, зависит от ее типа, поэтому необходимо поддерживать требуемое соотношение твердого вещества, воды и воздуха в грунте. По большому счету, это соотношение составляет примерно 50% твердого вещества, 25% воды и 25% воздуха. Задача заключается в том, чтобы достигать при поливе уровня полевой влагоемкости, не допуская перенасыщения почвы влагой и полного вытеснения воздуха. Также необходимо избегать точки завядания, в которой корни больше не могут поглощать воду с поверхности почвы. Периодичность полива и количество поливной воды зависят от типа почвы и глубины расположения корневой системы растений.

Обработка почвы повышает скорость инфильтрации за счет разбивания уплотнений грунта. Однако слишком частая обработка с использованием одного и того же способа может привести к образованию уплотненного подпахотного слоя под поверхностью почвы. Этот слой гораздо плотнее поверхностного слоя. В результате общая скорость инфильтрации снижается.

И, наконец, повышенное содержание соли в почве ставит под угрозу рост растений, которые смогут поглощать воду из грунта, только если концентрация растворенных веществ будет выше концентрации солей в воде, поскольку вода перемещается по корням под дей-

ствием осмотического давления. Слишком большое содержание солей замедлит и даже может остановить ток воды по корням. Другим фактором, оказывающим неблагоприятное воздействие на скорость инфильтрации, является наличие на поверхности поля таких инородных объектов, как листья и сорняки. Они блокируют поры почвы, препятствуя эффективному впитыванию воды.

Уровни влагосодержания поля зависят от количества воды, впитавшейся в почву. Если почва слишком сухая, растения начинают вянуть. Если они не получают воду в течение некоторого времени, процесс завядания становится необратимым.

Опытный фермер способен определить уровень влагосодержания почвы на ощупь. Существуют также специальные приборы для измерения влажности грунта.

В случае использования датчиков влажности почвы их необходимо расположить на поле очень продуманно. Если поместить датчики на нехарактерно влажном или сухом участке поля, то их показания будут неточными, что приведет к избыточному или недостаточному поливу поля.

## КАЧЕСТВО ВОДЫ И ОБРАБОТКА

Источником поливной воды, как правило, является ручей, озеро, река, канал или водозаборная скважина. Существует большая вероятность того, что качество откачиваемой воды не очень хорошее, поскольку в природные источники воды может с легкостью попасть грязь, экскременты животных и другие инородные предметы. Другой проблемой является непостоянный pH воды. Для решения этих проблем необходимо выполнить анализ проб воды, которую вы собираетесь использовать для полива, а затем провести ее обработку, чтобы получить именно то качество, которое требуется для оптимального роста растений.

Все указанные проблемы необходимо решить до подачи воды на поля. Для обработки воды используется фильтрация, регулирование pH, химигация (фертигация). Химигация и фертигация — это важные этапы процесса орошения не только ввиду экологических проблем (см. Главу 7). При организации системы обработки воды необходимо учитывать состояние конкретного поля и (или) количество воды, требуемое для культуры.

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

### Датчики с гранулированной матрицей:

служат для измерения электрического сопротивления или емкости датчика, контактирующего с почвой.

### Блоки электрического сопротивления:

служат для измерения сопротивления или электропроводимости между блоками, закопанными в грунт.

### Тензиометры:

служат для измерения вакуума, создаваемого корнями в почве, контактирующей с прибором. Другие способы включают динамическую рефлектометрию, измерение коэффициента отражения в частотной области или использование нейтронных влагомеров



## ВЗАИМОСВЯЗЬ РАСТЕНИЙ

В контексте всего нашего разговора о воде будет вполне естественным поинтересоваться, почему вода настолько важна для хорошего урожая и как происходит рост растения. Чтобы понять это, нужно знать, какие процессы протекают в растении. Растение поглощает воду через корневые волоски путем осмоса. Рост корневых волосков зависит от окружающих условий. По мере увеличения они продвигаются через поровое пространство и поглощают воду. Растение непрерывно впитывает воду для компенсации дефицита влаги, который возникает в результате ее испарения с поверхности листьев. Вода поступает из почвы в корни через полупроницаемые стенки корневых клеток, а затем поглощается ксилемовой тканью листьев. После этого влага испаряется в атмосферу через так называемые устьичные клетки листьев. Одновременно с испарением воды устьичные клетки поглощают  $\text{CO}_2$ . Все это является частью фотосинтеза, процесса, с помощью которого растения вырабатывают свою энергию.

### Транспирация:

процесс испарения воды с поверхности листьев растения

### Эвапорация:

процесс испарения воды с поверхности почвы

### Эвапотранспирация:

испарение воды с поверхности листьев и почвы

Если через корни поступает недостаточное количество воды и внутреннее давление растения очень низкое, растение может завянуть. Одним культурам стресс время от времени необходим, для других — допустим, а для третьих — категорически запрещен. Режим полива зависит от количества воды, необходимой для полива культуры, и от степени стресса.

Процесс испарения воды через листья растения называется транспирацией. Интенсивность транспирации определяет объем воды, поглощаемой из почвы. Суммирование количества влаги, удаляемой в результате транспирации и эвапорации, позволит фермеру определить, какое количество воды потребуется для полива культур. Испарение влаги с поверхности листьев и почвы называется эвапотранспирацией.

Количество поливной воды зависит от типа сельскохозяйственной культуры. Некоторым культурам на определенных стадиях роста требуется больше воды. Кроме того, некоторые культуры можно поливать методом дефицитного орошения, тогда как другим растениям этот способ противопоказан. Многие растения способны поворачивать свои листья для регулирования транспирации. Способность растения поглощать воду также зависит от корнеобитаемого слоя. В хорошо увлажненном (но не перенасыщенном влагой) грунте корни растут лучше благодаря наличию достаточного количества воздуха для дыхания и высокой активности микробной биомассы.

Следовательно, фермеру необходимо создать идеальные условия для выращивания культуры.

## ДРУГИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДЫ

С орошением, безусловно, связаны и экологические проблемы, о которых фермеру должно быть известно. К их числу относятся переувлажнение, засоление, глубокий дренаж и загрязнение поливной водой. Переувлажнение происходит вследствие попадания избыточного количества воды в корнеобитаемый слой, в результате чего растения переходят в состояние покоя с прекращением роста до тех пор, пока часть воды не покинет этот слой. Причиной засоления почвы является отсутствие внутрпочвенного дренажа. Из-за ограниченного вымывания солей из почвы их концентрация становится слишком высокой, что затрудняет рост растений. При глубоком дренаже вода просачивается ниже корнеобитаемого слоя. При этом в почве повышается концентрация солей в области засоления, а также поднимается водоносный слой. Загрязнение поливной водой и (или) химическими веществами источника воды можно исключить, установив специальные защитные устройства, которые отключают систему орошения в случае стока поливной воды. Все перечисленные проблемы можно избежать, если неуклонно соблюдать подходящий режим полива. И, наконец, дренирование орошаемых полей является не менее важным моментом, чем система орошения и полив.

Между почвой, водой и ростом растения существует явная взаимосвязь. Малейшие отклонения, связанные с почвой или водой, наносят катастрофический ущерб растениям. Качество и количество почвы и воды должны строго соответствовать технологии выращивания культур. Тщательный подбор оборудования, рабочих ресурсов и графиков полива и соблюдение установленных требований является условием удовлетворения всех потребностей растений и высокой урожайности.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРОШЕНИЯ	20
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ	20
КРИТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ — ПИТОМНИКИ И ТЕПЛИЦЫ	21
НЕСЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ	21



# ОЗВ

# ЧТО ТАКОЕ «ОРОШЕНИЕ»?

СУЩЕСТВУЕТ НЕСКОЛЬКО ОПРЕДЕЛЕНИЙ ТЕРМИНА «ОРОШЕНИЕ». НЕКОТОРЫЕ ИЗ ЭТИХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ОТНОСЯТСЯ К КОНКРЕТНОМУ ТИПУ ОРОШЕНИЯ, А ДРУГИЕ ЯВЛЯЮТСЯ СЛИШКОМ ОБЩИМИ. В ЭТОМ РУКОВОДСТВЕ РЕЧЬ ИДЕТ ОБО ВСЕХ ТИПАХ ИРРИГАЦИИ, НО ОСНОВНОЙ АКЦЕНТ МЫ СДЕЛАЛИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ОРОШЕНИИ.

# ЧТО ТАКОЕ «ОРОШЕНИЕ»?

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРОШЕНИЯ

В целом, орошение — это полив почвы водой. В сельском хозяйстве под орошением понимается подвод воды к корням растений с помощью дренажных канав и труб в целях повышения урожайности и поддержания жизни растений. Орошение также используется для защиты сельскохозяйственных культур от замерзания. Задача орошения заключается в подводе воды на участки произрастания сельскохозяйственных культур, а его целью является повышение плодородия почвы. В области сельскохозяйственного орошения основное внимание уделяется прибыльности, то есть оптимизации потребления электроэнергии и водных ресурсов.

**Современное сельское хозяйство требует от нас знания практики прошлых лет, сегодняшних проблем, связанных с расходом воды и электроэнергии, и разработок в области технологии насосного оборудования.**

**Мы обязаны обеспечить единообразие, сократить энергопотребление и способствовать сохранности водных ресурсов.**

## КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

Сельскохозяйственное орошение — это постоянно развивающееся искусство с непрерывно совершенствующимися практиками и разработкой новых методов, направленных на увеличение урожайности. Точное место возникновения этой технологии неизвестно. Некоторые ученые предполагают, что первую систему орошения создали шумеры, населявшие Месопотамию, в 8000 г. до н.э. Основным источником воды в этом регионе были реки Тигр и Евфрат.

Земля по берегам этих рек была слишком засоленной и не подходила для земледелия, поэтому шумеры построили каналы для подвода речной воды на менее засоленную почву. Это решение позволило им выращивать сельскохозяйственные культуры. Другие ученые считают, что появлению орошения мы обязаны древним египтянам, которые впервые стали применять эту технологию в 5000 г. до н.э. Они проложили систему орошения от реки Нил.

Следующий прорыв в развитии технологии ирригации произошел около 3000 лет назад: в Персидской империи была создана система орошения Кяриз, самая ранняя форма системы акведуков. В ту эпоху также были в ходу такие сельскохозяйственные механизмы, как шадуфы (колодезные журавли), персидские водоподъемные колеса и дамбы. Некоторые из этих механизмов в видоизмененном виде используются и по сей день.

В 1700-х г.г. в Европе произошла сельскохозяйственная революция. Люди стали проводить эксперименты с севооборотом и новыми удобрениями, совершенствовать животноводческие технологии, изобретать сеялку и новую технику, а также сеять новые культуры. В результате производительность земель повысилась, а потребность в рабочей силе снизилась. Объем производства продовольственных продуктов отвечал нуждам растущего населения и урбанизации, которая имела место в ту эпоху.

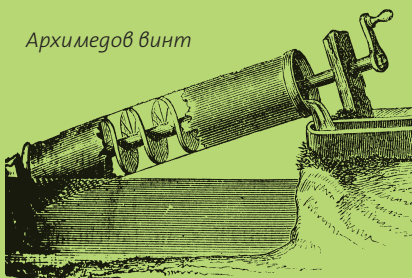


Система орошения с использованием шадуфов

## НЕКОТОРЫЕ ИЗ СТАРЫХ СПОСОБОВ ОРОШЕНИЯ В ВИДОИЗМЕНЕННОМ ВИДЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ И В НАШЕ ВРЕМЯ

Персидское колесо

Архимедов винт



Тем временем на американском континенте также совершенствовались сельскохозяйственные технологии. Подобно европейцам, колонисты были изобретательными людьми. Они экспериментировали с агротехникой, сельхозоборудованием, животноводческими технологиями и пестицидами.

В 1890-х г.г. была изобретена машина для полива придомовых газонов. В 1932 г. появились первые динамические дождевальные аппараты с пружинным элементом, который приводится в движение струей воды. Они существенно облегчили труд фермеров благодаря тому, что стало возможно поливать поля в автоматическом режиме, оборудовать подземные системы орошения и заменить бороздовое орошение.

В конце 1960-х г.г. американские фермеры поняли, что система капельного орошения позволяет увеличить урожайность при меньшем расходе воды и может быть приспособлена для решения любых задач. Фермеры начали внедрять технологию микроорошения, которая получила более широкое распространение в засушливых регионах.

Раньше фермеры считали воду неограниченным ресурсом и не пытались экономить ее. Сегодня мы знаем, что земные запасы воды имеют свой предел, поэтому мы обязаны обеспечить единообразие, сократить энергопотребление и способствовать сохранности водных ресурсов. Современные фермеры ведут неустанную борьбу за повышение эффективности сельскохозяйственной практики.

### **КРИТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ — ПИТОМНИКИ И ТЕПЛИЦЫ**

В среде с тщательно контролируруемыми параметрами, например в питомнике или теплице, все проблемы, связанные с водой, увеличиваются в геометрической прогрессии, и ситуация может быстро стать критической. Допуск на ошибку невелик, а риски большие. Следовательно, расход, давление и единообразие системы орошения должны быть максимально точными. Качество воды также имеет критическое значение.

### **НЕСЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

Хотя данное руководство посвящено сельскохозяйственному орошению, также существуют системы ландшафтного полива и орошения газонов, которые сопряжены с высоким водопотреблением. На полив газонов и кустарников затрачивается большое количество воды, а ее подвод, в целом, не такой эффективный, как в сельскохозяйственном орошении. Поля для игры в гольф и других видов активного отдыха или спорта являются хорошим примером того, как быстро расширяется несельскохозяйственная область применения технологии орошения.

Даже если для озеленения территории используется искусственная трава, расход воды все равно увеличивается. Натуральные газоны все больше вытесняются искусственными, а вода нужна для их очистки от пыли. Необходимо также учитывать расход воды в процессе изготовления искусственных газонов.



РЕЗУЛЬТАТИВНОЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ОРОШЕНИЕ	24
РАВНОМЕРНОСТЬ ПОЛИВА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОШЕНИЯ	24
ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ РП И ЭО	24
ВЫБОР РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ	26



# 044



# ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРОШЕНИЯ

УСПЕШНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ ЗАВИСИТ ОТ РАВНОМЕРНОСТИ ПОЛИВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ. ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, ПОТРЕБЛЯЕМАЯ НАСОСАМИ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ, ЯВЛЯЕТСЯ САМЫМ БОЛЬШИМ ИСТОЧНИКОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ. ПО ЭТОЙ ПРИЧИНЕ ФЕРМЕРЫ СТАРАЮТСЯ ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОШЕНИЯ ПОЛЕЙ В ЦЕЛЯХ ЭКОНОМИИ. ИНФОРМАЦИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННАЯ В ДАННОЙ ГЛАВЕ, ПОМОЖЕТ ПОНЯТЬ, КАКИМ ОБРАЗОМ ЭТУ ЗАДАЧУ МОЖНО ВЫПОЛНИТЬ.

# ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРОШЕНИЯ

## РЕЗУЛЬТАТИВНОЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ОРОШЕНИЕ

Орошение — это одновременно и искусство, и наука. В ходе исследований было разработано большое количество методов и способов измерения различных процессов, протекающих в системе орошения. Однако залогом результативного и эффективного орошения является знание фермером поля и сельскохозяйственной культуры, а также его личный опыт использования системы полива.



Эффективное орошение не имеет смысла без высокой урожайности. Результативность и эффективность орошения — это результат знания того, когда, сколько и как нужно поливать.

- **Когда** — агрономическое решение, которое принимается с учетом технологии возделывания сельскохозяйственной культуры.
- **Сколько** — зависит от степени уменьшения запасов почвенной влаги в полезном корнеобитаемом слое. Это количество воды, которое требуется для восполнения запасов почвенной влаги до уровня полевой влагоемкости или до другого требуемого уровня.
- **Как** — речь идет не просто о том, чтобы знать, как установить сифон или подключить насос системы дождевания. Необходимо понимать, каким образом можно обеспечить равномерный полив поля и одновременно с этим контролировать общий расход поливной воды.

Результативное и эффективное орошение гарантирует высокую урожайность при рациональном водопользовании с минимальным влиянием на качество воды. Такой подход также позволит снизить энергопотребление и сократить расходы.

## РАВНОМЕРНОСТЬ ПОЛИВА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОШЕНИЯ

Существует два показателя производительности системы орошения: равномерность полива и эффективность орошения.

**Равномерность полива (РП)** — показатель равномерности увлажнения почвы поля в процессе орошения.

Если на одном конце поля почва увлажнится на 20 см в глубину, а на другом конце — только на 10 см, то в этом случае равномерность полива оставляет желать лучшего. Равномерность полива — это значение в процентах в диапазоне от 0 до 100%. Хотя 100% РП (увлажнение всего поля на одинаковую глубину) теоретически достижима, добиться этого на практике практически невозможно.

**Эффективность орошения (ЭО)** — отношение количества полезной использованной поливной воды к общему расходу поливной воды.

Полезное использование может включать эвапотранспирацию, глубокое просачивание для снижения концентрации солей в почве, освежительный полив и вспомогательный процесс в рамках некоторых агротехнических операций. Математическое определение ЭО зависит от физических границ измерения (ферма, область орошения, проект оросительной системы или водосборная площадь) и поставленной задачи (разовый полив или орошение в течение всего сезона).

Эффективность орошения также выражается в процентах в диапазоне от 0 до 100%. 100% эффективность теоретически недостижима ввиду быстрой потери влаги на испарение в процессе орошения. Однако при недополиве культуры этот показатель может легко приблизиться к 95%. В этом случае при условии неглубокого просачивания вся поливная вода, которая сразу же не испарится, будет использована растениями.

Термин «эффективность орошения» не нужно путать с термином «эффективность водопользования» (ЭВ). ЭВ — это, как правило, показатель урожайности на единицу поливной воды.

## ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ РП И ЭО

Между РП и ЭО существует две важных зависимости: глубокое просачивание и недополив. На рисунке ниже представлен вид поля с установленными разбрызгивателями и корнеобитаемым слоем в разрезе. Горизонтальной пунктирной линией показан уровень, на котором запасы почвенной влаги фактически истощены.

Это объем воды, который должна впитать почва для снабжения растений необходимым количеством воды. Голубым цветом по-

казана фактическая глубина инфильтрации воды во время полива. Глубокое просачивание — это когда фактическая глубина орошения (голубая область) опускается ниже уровня истощения запасов влаги (горизонтальная пунктирная линия). И, наоборот, недополив наблюдается в том случае, если фактическая глубина орошения находится выше уровня истощения запасов почвенной влаги.

Оба рисунка иллюстрируют первую зависимость: высокая эффективность орошения невозможна без равномерности полива, если для культуры требуется орошение в достаточном объеме.

На рисунке слева видно, что для орошения поля был использован достаточный объем поливной воды.

О низком показателе РП свидетельствует неровная граница голубой области. В результате произошло слишком глубокое просачивание воды (между разбрызгивателями в почву впиталось гораздо больше воды, чем рядом с ними). Для предотвращения чрезмерного засоления важно обеспечить равномерную промывку почвы по всему полю на протяжении многих лет.

На правом рисунке показано, что фермер старался исключить глубокое просачивание, сокращая время полива. В результате на части поля наблюдается недополив, который, как правило, способствует высокой эффективности орошения, поскольку большая часть поливной воды остается в доступном для растений корнеобитаемом слое. Однако недополив считается не очень эффективным способом возделывания, поскольку стресс у части растений на поле обычно снижает урожайность. Кроме того, глубокое просачивание полезно с точки зрения промывки почвы и поддержания солевого баланса.



## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ОРОШЕНИЯ

Ознакомьтесь с определениями следующих терминов.

**Поливная норма (ПН)** — эквивалентная глубина просачивания воды, подаваемой системой, на определенном участке в час (мм/час).

**Суточное водопотребление сельскохозяйственных культур (эвапотранспирация, ЭТ)** — объем воды нетто, поглощаемый растениями из почвы за сутки и испаряющийся с поверхности почвы.

**Равномерность полива (РП)** — показатель равномерности увлажнения поля в процессе орошения.

**Полезный корнеобитаемый слой** — глубина почвы, на которой осуществляется активное возделывание сельскохозяйственной культуры.

**Полевая влагемкость** — максимальное количество воды, удерживаемое почвой.

**Частота** — периодичность полива (высокая частота и низкая частота).

**Эффективность орошения (ЭО)** — отношение общего расхода поливной воды к количеству полезно использованной воды.

**Отношение объема водопотребления нетто к расходу воды брутто:** водопотребление нетто — количество воды, необходимое для восполнения запасов почвенной влаги на поле. Расход воды брутто — количество воды, которое требуется подвести на поле для выполнения указанной выше задачи.

**Степень истощения запасов почвенной влаги (СИЗ)** — объем воды нетто, который необходим для восполнения запасов влаги в корнеобитаемом слое.

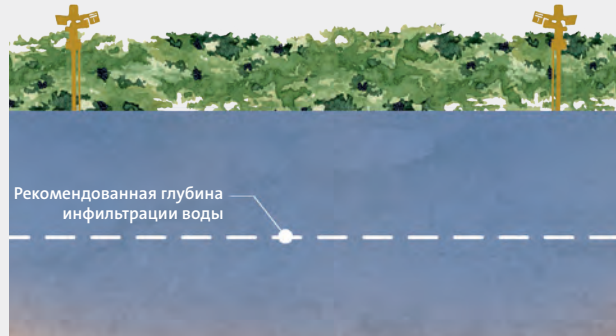
**Почвенный зонд** — стальной стержень длиной 9,525 мм, как правило, с шарикоподшипником на конце и с рукояткой. Зонд погружается в увлажненную почву для определения глубины просачивания воды. Он может использоваться в процессе орошения для контроля объема воды, которая впиталась в почву, а также для оценки равномерности полива. Если через 2–3 дня после полива зонд погружается в почву на 1,2 метра в глубину от вершины борозды и только на 0,61 метра от дна той же борозды, значит, равномерность полива очень низкая.

Эти рисунки иллюстрируют вторую зависимость: равномерность полива не гарантирует высокую эффективность.

На рисунке **слева** показана картина качественного орошения. Ровная голубая область свидетельствует о высокой равномерности полива (РП). Объем поливной воды был рассчитан практически безупречно. Наблюдается небольшая степень глубокого просачивания (достаточная для промывки почвы). Все поле в достаточной мере увлажнено. Поверхностный сток был, предположительно, минимальным или собирался для повторного использования.



РП на рисунке **справа** такая же, как на рисунке слева. Однако расход поливной воды в два раза больше, и, следовательно, эффективность орошения очень низкая. На практике это может происходить, если фермер использует систему микроорошения продуманной конструкции, содержащуюся в хорошем состоянии. Эта система обеспечивает требуемую РП и потенциально высокую ЭО. Тем не менее, если время работы системы будет в два раза дольше необходимого, этот потенциал не будет реализован.



Применение более совершенного оборудования системы орошения или рациональное управление способствует более равномерному поливу и повышает вероятность достижения высокой эффективности орошения. Из этого следует, что для повышения производительности системы орошения необходимо в первую очередь обеспечить равномерный полив. Однако достижение высокой эффективности орошения, в конечном итоге, зависит от двух факторов: знание необходимого количества поливной воды и контроль подвода поливной воды в требуемом объеме.

## ВЫБОР РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ

При сборе или получении данных в полевых условиях можно определить интенсивность эвапотранспирации (т.е. количество воды, необходимое для восполнения запасов влаги в корнеобитаемом слое) на конкретном участке поля. Такой расчет выполняется на основе сводок метеостанций и поставщиков метеорологической информации, показаний датчиков влажности почвы, установленных в полях для определения влажности почвы на разной глубине, приборов контроля pH, температуры почвы и солнечного излучения, информации по борьбе с насекомыми и грибами (уровни влажности) и уровня осадков для конкретной сельскохозяйственной культуры.

Сегодня у фермеров есть под рукой все необходимые данные, чтобы рассчитать периодичность орошения и объем поливной воды. Мы наблюдаем активную автоматизацию этого процесса и (или) сбора данных, которые требуются специалисту по ирригации или фермеру для анализа. Но окончательное решение всегда остается за фермером, поскольку полностью автоматические системы не получили широкого распространения ввиду высокой стоимости отказа. Интеллектуальные шкафы управления все еще являются новинкой в отрасли орошения. Фермеры начнут использовать их чаще, научившись обращаться с ними, как с инструментом, также как в отрасли ландшафтного полива и орошения газонов.

Ошибка в выборе режима ландшафтного полива и орошения газонов сопряжена с меньшими финансовыми потерями, чем аналогичная ситуация в сельском хозяйстве, когда фермер рискует понести гораздо больший убыток в результате неправильного полива возделываемых культур.

При выборе режима микроорошения таких культур, как клубника, возделываемых на почве с низкой влагоемкостью (например, на песчаном грунте), фермеру может потребоваться рассчитать почасовые значения эвапотранспирации (ЭТ) растений.

Режим полива зависит не только от указанных выше факторов. Стоимость электроэнергии, как правило, ниже вне часов пиковой нагрузки, поэтому можно спроектировать и обустроить такую систему орошения и насосную систему, которая обеспечит подвод воды в период небольшой нагрузки. В течение 12 часов (например, когда тариф на электроэнергию ниже, расход поливной воды может быть больше необходимого. График полива можно составить таким образом, чтобы подводить воду на поле в течение ограниченного времени для предельного сокращения энергозатрат (как в системе коммунального водоснабжения и обработки сточных вод). И такой подход начинает пользоваться растущей популярностью среди фермеров.



ПРИЧИНЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА	30
ТИПЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА	31
КОМПОНЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	31



# 055

# ТРАДИЦИОННЫЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПОЛИВ

## СПОСОБЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

ДВА ОСНОВНЫХ СПОСОБА — ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПОЛИВ ИЛИ ОРОШЕНИЕ ЗАТОПЛЕНИЕМ — ЯВЛЯЮТСЯ ДРЕВНЕЙШЕЙ И САМОЙ РАСПРОСТРАНЕННОЙ ФОРМОЙ ОРОШЕНИЯ ВО МНОГИХ СТРАНАХ МИРА. ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПОЛИВ ПРЕДУСМАТРИВАЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ И ЕЕ СОХРАНЕНИЯ НА СЛЕДУЮЩИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ СЕЗОН.

# ТРАДИЦИОННЫЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПОЛИВ



## ПРИЧИНЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА

При поверхностном поливе вода подводится на поле по каналу или трубе, а затем сплошным слоем распределяется по поверхности поля с сельскохозяйственными культурами. Непосредственно на полив растений уходит примерно половина подведенной воды, а вторая половина испаряется с поверхности почвы и листьев, стекает, вбирается сорняками и увлажняет почву на невозделываемых участках. Метод поверхностного полива отличается низкой эффективностью и используется, в основном, в районах с достаточным количеством воды, а также в тех случаях, когда фермер не может себе позволить установить систему принудительного орошения и поверхностный полив является единственным способом орошения и возделывания требуемых культур.

Фермеры, практикующие поверхностный полив, сталкиваются с несколькими проблемами. Самыми серьезными из них являются равномерность полива, затопление поля и неблагоприятное воздействие на сельскохозяйственные культуры. Такому способу орошения свойственен неравномерный полив, поскольку вся вода подводится на один участок поля. В результате этого на верхнем крае поля вода впитывается дольше, чем на нижнем.

## ПРОЦЕСС ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА ВКЛЮЧАЕТ ЧЕТЫРЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПА

**Этап 1 — подвод:** период, в течение которого вода подводится к верхнему краю поля и самотеком распределяется по его поверхности.

**Этап 2 — сохранение:** период между окончанием этапа подвода и прекращением поверхностного стока.

**Этап 3 — истощение:** короткий период после прекращения поверхностного стока, в то время как поле все еще затоплено водой.

**Этап 4 — отступление:** период отступления воды по направлению к нижнему краю поля.



Помимо этого, если на поле подается сразу же весь объем поливной воды, капиллярного движения воды в почве не происходит и, как следствие, степень инфильтрации воды ниже, чем могла бы быть. Это влечет за собой такие проблемы, как поверхностный сток воды, который становится причиной дальнейшего ущерба. Некоторые схемы полива и избыточный полив могут привести к переувлажнению, глубокому дренажу и засолонению почвы — все это наносит сильный удар по возделываемой культуре.

Однако, если почва засоленена, а концентрация солей в воде низкая или нулевая, поверхностный полив может использоваться как способ удаления соли за счет глубокого просачивания и (или) через систему дренажных труб.

## ТИПЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА

Существуют разные виды поверхностного полива. Для более равномерного полива и эффективного увлажнения полей, орошаемых поверхностным способом, можно применять импульсный полив. Некоторые считают этот прием высокоэффективным, а другие не находят никаких признаков того, что импульсный полив значительно улучшает увлажнение почвы. Было установлено, что такой прием хорошо работает только на почвах определенного типа и не подходит для использования на всех поверхностно орошаемых полях. Тем не менее импульсный полив допустим в случае наличия сложностей с горизонтальным движением воды или других проблем, связанных с водой, которые ставят под угрозу урожай.

При импульсном поливе вода подается частями через определенные интервалы, а не сразу выливается на поле. Чередование влажных и сухих циклов способствует консолидации поверхности. Это означает, что на самом увлажненном участке поля скорость инфильтрации снижается, а на самом сухом — сохраняется неизменным. В целом, выравнивается скорость инфильтрации по всему полю. Этот прием также уменьшает степень поверхностного стока воды с поля.

Полив по чекам используется на небольших участках, ограниченных земляными валиками. Весь чек быстро заполняется водой, которая остается в нем до впитывания. Дренажная система оборудована таким образом, чтобы излишек воды и сток с одного чека можно было направить в следующий чек. Форма чека, как правило, соответствует природному рельефу участка, однако их можно выровнять с помощью лазерного нивелира. Такой вид поверхностного орошения используется, в основном, для полива риса и пшеницы.

Полив по бороздам предполагает обустройство системы параллельных каналов по всей длине поля в направлении уклона поля. Вода подводится на поле с помощью поливного трубопровода, сифона и выводной борозды или систем без ограничительных валиков и подается с верхнего конца каждой борозды. Затем вода самотеком стекает вниз по полю. Скорость движения воды зависит от таких факторов, как угол наклона, шероховатость поверхности, форма борозд и скорость инфильтрации. Борозды располагаются на таком расстоянии, которое требуется для возделываемой культуры, однако, как правило, оно составляет от 0,61 до 2,13 метра.

**Метод поверхностного полива отличается низкой эффективностью и используется, в основном, в районах с достаточным количеством воды.**

Растения высаживают на гребни между бороздами. Такой вид поверхностного орошения лучше всего подходит для полива пропашных культур, которым требуются большие площади питания, а также для садоводства. Многие старые виноградники и плодовые деревья до сих пор поливают поверхностным способом, а новые посадки — микроорошением различных видов.

Еще одним видом поверхностного орошения является полив по полосам. Это нечто среднее между поливом по чекам и поливом по бороздам, так как поливные полосы длиннее и уже, чем чеки. Поливной участок разбивают низкими валиками, которые идут вдоль поля на расстоянии 6–30 метров друг от друга. Вода поступает в голову полосы и стекает вниз самотеком. Такой вид полива используется, в основном, для орошения пастбищ молочных хозяйств.

## КОМПОНЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Поливная вода для поверхностного орошения может подводиться самотеком или перекачиваться в каналы или чеки с помощью насосов из поверхностных источников или глубоких скважин. Затем вода поступает на поле. Система ответвлений и стояков главного трубопровода (обычно алюминиевые трубы с затворами) обеспечивает подачу воды в борозды.

Для поверхностного полива не обязательно устанавливать дозирующее оборудование. Удобрения и агрохимикаты, как правило, подаются напрямую из бака с запорным клапаном, установленного в поле. Дозирование осуществляется вручную путем открытия и закрытия клапана. При таком способе дозирования, дезинфекции, внесения удобрения и химикатов невозможно добиться точности и равномерного охвата всех растений.

СИСТЕМЫ ДОЖДЕВАНИЯ	34
КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ	36
КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ	38
ТИПЫ ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	41



# 066



# СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

## СПОСОБЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

ИДЕАЛЬНЫМ СЧИТАЕТСЯ ТАКОЕ ОРОШЕНИЕ, ПРИ КОТОРОМ РАСТЕНИЯ ЕЖЕДНЕВНО ПОЛУЧАЮТ ТРЕБУЕМОЕ КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ ТОЧНО В НУЖНЫЙ МОМЕНТ. НО ЭТО ТРУДНОВЫПОЛНИМАЯ ЗАДАЧА, ПОСКОЛЬКУ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ СЛИШКОМ БОЛЬШОЕ КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕМЕННЫХ. ОДНАКО МЫ РАСПОЛАГАЕМ СРЕДСТВАМИ И МЕТОДАМИ НЕПРЕРЫВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ.

# СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ – СПОСОБЫ И ОБОРУДОВАНИЕ



Система принудительного орошения состоит из источника поливной воды, водоподающего насоса, распределительного трубопровода и средств подвода воды к растениям. Для полива поля преимущественно используется способы дождевания (подача воды осуществляется с помощью разбрызгивателей) и капельного орошения (вода и питательные вещества подаются напрямую в корнеобитаемый слой).

## СИСТЕМЫ ДОЖДЕВАНИЯ

Системы дождевания подают поливную воду в виде искусственного дождя. Дождевательные машины могут обеспечить эффективный полив растений при условии выбора разбрызгивателей и сопел подходящего размера, достаточного напора, установки на стояке в правильном положении на требуемой высоте и равномерного распределения разбрызгивателей по полю с одинаковой зоной перекрытия. При установке таких систем необходимо учитывать погодные условия ввиду того, что порывы ветра могут нарушить равномерность полива.

Как правило, скорость подачи воды дождевательными машинами ниже, чем скорость инфильтрации. Таким образом, количество воды, которая просочилась в почву в любой точке поля, зависит от расхода поливной воды, а не от скорости инфильтрации. Такие системы получили широкое применение как в сельском хозяйстве, так и в области ландшафтного дизайна. Системы дождевания делятся на разные категории, которые включают многочисленные типы дождевательных машин.

К самым обширным категориям относятся передвижные дождевательные машины, которые представляют собой разбрызгиватель или комплект разбрызгивателей, закрепленных на движущихся опорах, и неподвижные дождевательные машины, которые устанавливаются на полях со сложным рельефом, где использование передвижных дождевательных машин ограничено.

## НЕПОДВИЖНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Неподвижные дождевальные машины устанавливаются на трубах, проложенных над поверхностью земли или под землей.

Типы таких машин включают:

**ПЕРЕНОСНЫЕ** системы дождевания, состоящие из секций алюминиевой трубы длиной 6—12 метров с быстроразъемными соединениями. Разбрызгиватели устанавливаются на стояках, подсоединенных к трубным муфтам каждого подводящего трубопровода. Эти боковые линии собирают и используют на одном участке, а затем разбирают и перемещают на другой участок поля для полива. Стоимость таких систем орошения довольно низкая, однако их эксплуатация сопряжена с большими трудозатратами. Дождевальные машины подходят для полива практически любой сельскохозяйственной культуры, однако на полях с вязкой и липкой почвой их перемещение может быть затруднено.

Стационарные (или неподвижные) системы похожи на переносные с тем исключением, что они устанавливаются на одном участке, требующем полива, с трубопроводом и всеми фитингами. Для включения и выключения системы на каждом участке используются клапаны.



**ВЫДВИЖНЫЕ** системы обычно используются для орошения газонов (кроме ферм по выращиванию дерна). Неподвижные разбрызгиватели с трубопроводом устанавливаются под землей. Под действием давления воды они появляются над поверхностью только на время работы. Как правило, такие разбрызгиватели относятся к категории неподвижных систем орошения с подземным водопроводом. Это решение обеспечивает увлажнение каждого сантиметра почвы минимальным количеством воды. Выдвижная система дождевания не подходит для полива возделываемых сельскохозяйственных культур.

## ПЕРЕДВИЖНЫЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

**КОЛЕСНЫЕ** системы представляют собой передвижную дождевальную машину, которая является механизированным вариантом переносной системы. Подводящий трубопровод, действующий как ось, с закрепленными на нем разбрызгивателями устанавливается на колесах. Колеса выбираются такого размера, чтобы при перемещении по полю ось не задевала растения. Система привода, расположенная ближе к середине подводящего трубопровода, обеспечивает передвижные системы с одной позиции на другую.

**ДАЛЬНЕСТРУЙНЫЕ** дождевальные системы, также известные как передвижные дождевальные машины с барабаном для наматывания поливочного рукава, представляют собой дальнеструйный дождевальный аппарат, установленный на прицепную тележку, с большим охватом поливаемой площади. Такую систему не составляет труда доставить на поле и перемещать с одного участка на другой. Вода подается в систему по поливочному рукаву, один конец которого опущен в резервуар с водой. Передвижные дальнеструйные системы, как правило, характеризуются большим размером капель и высокой скоростью полива и по этой причине подходят для орошения крупнозернистых почв с высокой скоростью впитывания.

**СИСТЕМЫ С ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ** представляют собой подводящие трубопроводы с разбрызгивателями, которые перемещаются вокруг центральной оси. Такие системы состоят из отдельных сегментов, в конечной части которых установлены колеса. Вода может подаваться в систему из любого источника через центральную ось с дальнейшим распределением по трубам и разбрызгивателям. Каждый разбрызгиватель снабжен своим регулятором давления, установленным прямо перед головкой. Рядом с центральной осью расположены сопла меньшего диаметра, а по мере удаления от центральной оси размер сопел увеличивается. Такая конструкция машины обусловлена тем, что площадь захвата периферийных разбрызгивателей больше, чем площадь, орошаемая разбрызгивате-



лями, установленными ближе к центральной оси. На самой удаленной от центра точке крайнего сегмента устанавливается дальнеструйный дождевальный аппарат, который включается при приближении установки к углу поля, недоступного для машины с центральной осью вращения.

Вместо дальнеструйного аппарата для полива углов поля машина может быть оборудована поворотным плечом. Для переноса дождевальной машины в новое место ее, как правило, необходимо полностью разобрать. Данная система отличается высокой эффективностью орошения, а первичные высокие расходы обычно компенсируются низкими трудозатратами.

### СИСТЕМЫ ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ХОДА

имеют такую же конструкцию, как и дождевальные машины с центральной осью. Они обе изготовлены из сегментов алюминиевых труб с закрепленными на них разбрызгивателями. Отличие состоит в том, что передвижение такой дождевальной машины осуществляется прямолинейно от одного края поля до другого. Данная система предназначена для полива полей прямоугольной формы, на которых нет высоких деревьев или иных преград. Вода подается в систему по поливочному рукаву.



## КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ

Капельное орошение, пожалуй, самый эффективный способ полива благодаря минимальному стоку и эвапорации. Вода и питательные вещества подаются напрямую в корнеобитаемый слой. Трубопровод системы прокладывается под землей или на поверхности рядом с растениями. Водовыпускные капельницы, расположенные на капельных линиях на равном расстоянии друг от друга, обеспечивают равномерный полив каждого растения. Тип капельниц, их расход и расстояние между ними зависит от возделываемой сельскохозяйственной культуры и текстуры почвы.

Отличаясь высокой гибкостью, системы капельного орошения могут быть приспособлены для эффективного полива любой культуры и почвы в целях поддержания оптимального запаса влаги в корнеобитаемом слое. Благодаря тому, что вода подводится напрямую к корням растений, потери поливной воды минимальны, а равномерность полива достигает 95%. Все это делает системы капельного орошения идеальным решением для засушливых регионов. Установки капельного орошения можно использовать в процессе уборки урожая, поскольку жатва не мешает работе системы. Более того, при надлежащем уходе такие системы могут прослужить порядка двадцати лет.

К сожалению, объем работ по техническому обслуживанию очень большой. Систему капельного полива очень легко повредить. Капельницы очень маленькие и часто засоряются, даже если концентрация минеральных веществ не превышает 0,1 част./млн поэтому необходимо регулярно проводить анализ состава и обработку воды, подаваемой в систему. Поиск засорившихся капельниц также затруднителен, поскольку, как правило, эмиттеры устанавливаются под землей.

Для обеспечения правильной работы системы и предотвращения образования отложений системы капельного орошения необходимо регулярно промывать и очень часто очищать фильтры, а также периодически проверять датчики давления. Капельные ленты можно легко повредить при монтаже или рыхлении. Она также беззащитна перед насекомыми, птицами и грызунами и не переносят воздействия сильного давления и прямых солнечных лучей.

## Типы внешних капельниц (эмиттеров)

**НЕКОМПЕНСИРОВАННЫЕ ПО ДАВЛЕНИЮ КАПЕЛЬНИЦЫ**, рассчитанные на максимальное отклонение давления примерно 0,69 бар или перепад высоты над уровнем моря в пределах 7 метров. Большие колебания в скорости полива. Некомпенсированные капельницы подходят для орошения полей с небольшим отклонением высотной отметки.

**Капельницы с ламинарным потоком** подходят для систем очень низкого давления, включая системы капельного полива самотеком с коротким расстоянием от точки подвода воды до выпускного отверстия. Это недорогое эффективное решение, единственным недостатком которого является высокий риск засорения (в этом случае капельницу можно снять и очистить). Такие системы, как правило, используются для полива придомовых газонов и клумб.



**Капельницы с турбулентным потоком** подают воду по каналу с резкими поворотами и препятствиями. Более короткие капельницы большего диаметра реже засоряются.

## Капельницы вихревого типа

подают поливную воду через маленькую воронку для уменьшения ее расхода и давления. Большинство капельниц с впускным и выпускным отверстием небольшого диаметра подвержены частому засорению.



## КОМПЕНСИРОВАННЫЕ ПО ДАВЛЕНИЮ КАПЕЛЬНИЦЫ

обеспечивают равномерные расходы поливной воды



в широком диапазоне давления (1–3,44 бар) или при перепаде высоты над уровнем моря до 24,4 метра. Компенсированные капельницы подходят для орошения полей с большим отклонением высотной отметки

Капельное орошение подходит для полива любых сельскохозяйственных культур, хотя при узком междурядье стоимость установки такой системы потребует значительных затрат, поэтому для полива некоторых полей такое решение будет нерациональным. Как уже отмечалось, для регулировки расхода поливной воды можно использовать водовыпускные капельницы различного типа, включая некомпенсированные или компенсированные по давлению капельницы. Эмиттеры могут быть внешними (установлены на капельных линиях с помощью пробойника) или интегрированными (встроены внутрь капельной линии на заводе-изготовителе).

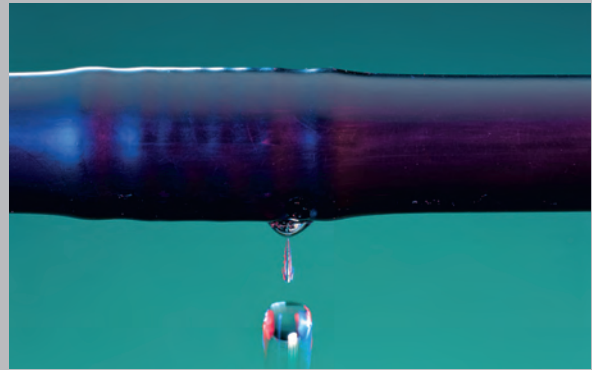
Для подачи воды из системы капельного полива могут также использоваться микроразбрызгиватели или микрораспылители. Работая при низком давлении, они обеспечивают полив мелкими и средними каплями. Благодаря низкой поливной норме орошение осуществляется в течение более длительного времени. Разбрызгиватели такого типа обычно используются при поливе деревьев для охвата большей площади. При подводе достаточного количества поливной воды орошение с помощью микроразбрызгивателей и распылителей обеспечивает некоторую защиту растений от заморозания. Помимо всего прочего, такое решение подходит для организации полива в питомниках и теплицах, а также для орошения декоративных лужаек, огородов и садов. Основное отличие между ними заключается в том, что у микроразбрызгивателей есть движущиеся части, а у микрораспылителей их нет.

Все системы капельного и микроорошения, микрораспылители или разбрызгиватели требуют некоторой фильтрации для предотвращения засорения.

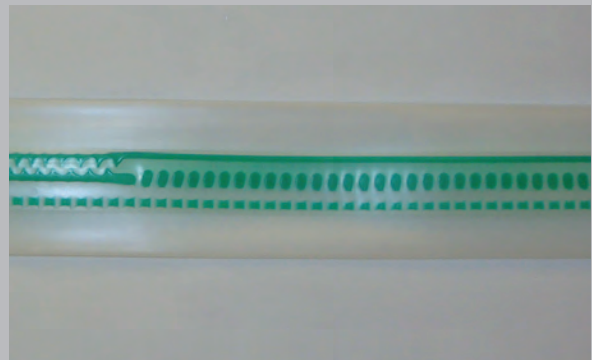


## Типы интегрированных капельниц (эмиттеров)

**КАПЕЛЬНАЯ ТРУБКА** представляет собой полиэтиленовый шланг с толщиной стенки около 1,27 мм и диаметром 1,9 см или меньше. Внутри трубки установлены капельницы. Снаружи видно только отверстие или отверстия, через которые подается вода (интегрированные эмиттеры). Если капельницы устанавливаются на трубку на месте эксплуатации, то такие эмиттеры называются внешними. Как правило, используются компенсированные по давлению мембранные капельницы. Капельные трубки в основной массе применяются в системах капельного полива сельскохозяйственных культур и огородов. Для орошения некоторых культур и лужаек их можно установить под землей.



**КАПЕЛЬНАЯ ЛЕНТА** является относительно недорогим решением и представляет собой плоскую пластиковую трубку с близко расположенными водовыпускными отверстиями. Стандартный диаметр капельных лент — 16, 22 и 35 мм. Давление на впуске капельной ленты обычно меньше 1 бар. Толщина стенки варьируется в диапазоне от 0,1 до 0,6 мм. Расстояние между водовыпускными отверстиями составляет от 10 до 61 см (как правило, 30,5 см). Такое решение идеально подходит для полива пропашных культур. Наряду с низкой стоимостью, система капельного орошения в целом обеспечивает равномерный полив при условии грамотного обустройства. По причине очень малого диаметра водовыпускных отверстий существует высокий риск засорения, поэтому данная система должна быть оборудована соответствующими фильтрами. В отдельных случаях при поливе сельскохозяйственных культур капельные ленты могут прослужить более года, однако чаще всего их удаляют в конце каждого периода вегетации при выращивании таких высокотоварных культур, как клубника.



## КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Принудительное орошение по эффективности превосходит поверхностный полив благодаря использованию закрытых труб вместо открытых каналов. Высокое давление подпора обеспечивает подачу воды на требующие полива участки поля. Фермеру необходимо достичь максимально возможной эффективности, поскольку после покупки оборудования общие эксплуатационные расходы можно сократить. Самым наглядным примером являются затраты на электроэнергию, которые составляют весомую статью расходов фермера.

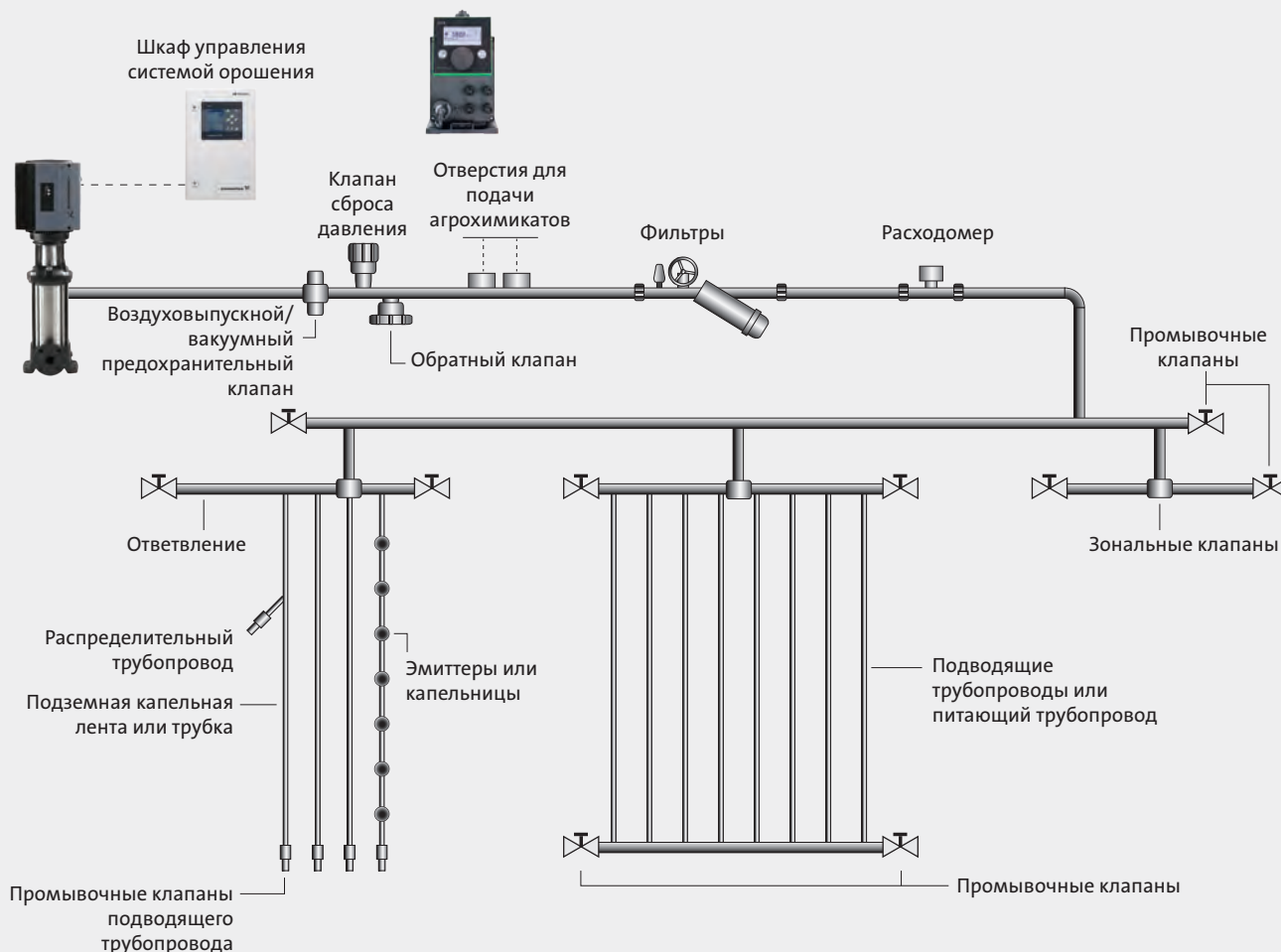
Для извлечения максимальной выгоды от внедрения системы принудительного орошения необходимо не просто подобрать насос, а разработать полный план полива, проанализировать расход и требуемое давление в системе, оценить объем перекачиваемой воды для полива и КПД насосов.

Системы принудительного орошения могут быть обустроены для полива всего земельного участка или поля (в этом случае зональных клапанов не требуется) при условии наличия достаточного объема воды и одинаковой для всей культуры на поле поливной нормы. Если же требующий полива участок разбит на отдельные зоны с различной поливной нормой, разумнее будет использовать частотно-регулируемый электропривод (VFD) для достижения самой высокой эффективности при поливе всех зон.

Для обустройства системы принудительного орошения нужно не просто выбрать подходящий насос. Комплексный подход к проектированию системы включает в себе целый ряд преимуществ, в частности снижение энергопотребления

При одинаковом рабочем давлении подача в каждой зоне может отличаться, поэтому важное значение имеет регулирование давления с помощью частотно-регулируемого электропривода. Если требуется полив всего поля, но уровень воды в источнике постоянно меняется, например в случае сезонных колебаний уровня грунтовых вод, также имеет смысл установить насос с частотно-регулируемым электроприводом.

Все большее значение для простых и сложных систем полива приобретает оборудование для управления, мониторинга и обработки данных. Современные технологии позволяют управлять насосом и контролировать его работу в удаленном режиме, что избавляет фермера от необходимости ехать на поле, чтобы включить или выключить систему орошения.







Кроме того, можно контролировать такие параметры системы, как рабочее давление, подача и дозирование агрохимикатов. При возникновении какой-то проблемы или неисправности подается аварийный сигнал. Средства удаленного мониторинга и управления получают все большее распространение благодаря тому, что они позволяют экономить время, деньги и ресурсы, тем самым повышая общую эффективность оросительной и насосной системы.

### Дозирование и дезинфекция

На рынке существует большое количество продуктов для подачи химических веществ, начиная от дозирующих насосов и насосов для дезинфекции, которые имеют свои преимущества и недостатки. Первоначальная высокая стоимость интеллектуальных цифровых дозирующих насосов очень быстро компенсируется их чрезвычайно высокой точностью и единообразием. Некоторые насосы оснащены модулями двусторонней связи, которые позволяют не только контролировать работу насоса, но и регулировать дозировку и скорость подачи в удаленном режиме.

Выбирая дозирующее оборудование, важно учитывать его совместимость с любыми добавками, например с химическими веществами, которые могут вступать в реакцию с перекачиваемой водой, повреждая насос или компоненты системы орошения. Так, нерастворимый оксид железа осаждается в воде, что приводит к засорению поливных компонентов, поэтому при использовании для обработки воды хлора нужно следить за тем, чтобы в систему не попало железо. Проведите анализ состава воды и определите потенциальные проблемы, с которыми вы можете столкнуться при подаче в систему орошения планируемых химических веществ.

Правильная работа системы и равномерность полива являются условиями равномерного внесения удобрений или агрохимикатов.

### Фильтрация

Фильтровальное оборудование служит для защиты системы орошения от засорения, очищая воду от органических и неорганических частиц, включая песок, водоросли или ил, размер которых больше самого маленького впускного или выпускного отверстия системы. При необходимости добавления химических веществ или кислот для обработки воды сначала нужно правильно выбрать место их подачи — до фильтровального оборудования или после него, поскольку некоторые химические вещества могут вступать в реакцию с материалами, из которых изготовлены фильтры. Водорастворимые удобрения, как правило, добавляются после фильтров в виде раствора, а химические вещества нужно сперва проверить, прежде чем вводить их в систему орошения.

При выборе системы фильтрации рекомендуется учитывать ее стоимость, тип системы полива и качество поливной воды. В ряде случаев может потребоваться набор фильтров разного вида. Степень фильтрации измеряется в микронах или меш. Фильтры предназначены исключительно для очистки воды от частиц и не способны удалять растворенные твердые вещества, соли и прочие токсичные элементы. Для изменения химического состава воды необходимо использовать другие средства обработки.

Для фильтрации поливной воды применяется четыре основных способа: сетчатые фильтры, фильтры с наполнителем, дисковые фильтры и центробежные фильтры. Лучше всего для очистки воды

от органических и неорганических частиц подходит комбинация фильтров с наполнителем и сетчатого фильтра.

Ознакомьтесь с требованиями изготовителя водовыпускных устройств по степени фильтрации.

Для систем фильтрации необходимо регулярное техническое обслуживание и контроль на предмет износа, засорения, повреждения и коррозии. Их также требуется периодически промывать для удаления остатков, а для предотвращения роста микроорганизмов в систему следует вводить альгициды или иные химреагенты.

Системы фильтрации поливной воды для микроорошения требуют особо пристального внимания. Ведь даже микроскопическая песчинка способна повредить систему. Необходимо строго следовать установленному режиму промывки. Выпускной патрубков промывки противотоком должен быть оснащен смотровым стеклом для визуального контроля эффективности промывки фильтра. Правильной работе системы также способствует наличие манометров на участке после насоса, перед фильтрами и перед водовыпускным отверстием. Другие компоненты любой системы фильтрации должны включать воздуховыпускные клапаны и клапан сброса давления. Ознакомьтесь с местными нормативными требованиями по надлежащему использованию и установке устройств предотвращения противотока, которые исключают обратный поток химических веществ и воды в скважину или резервуар с поливной водой.

Для фильтрации поливной воды применяется четыре основных способа: сетчатые фильтры, фильтры с наполнителем, дисковые фильтры и центробежные фильтры

## ТИПЫ ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**СЕТЧАТЫЕ ФИЛЬТРЫ** — самый распространенный и дешевый тип фильтров. Идеально подходит для удаления из воды твердых частиц, таких как песок. Плохо справляется с органическими примесями, поскольку нетвердые материалы обычно проскальзывают сквозь сетку или застревают в ней (очистить от них фильтр крайне трудно). Сетчатые фильтры очищаются вручную или промываются струей воды. Разновидностью сетчатых фильтров являются картриджные фильтры, которые более эффективно удаляют органику.



**ФИЛЬТРЫ С НАПОЛНИТЕЛЕМ** представляют собой резервуар, наполненный мелкой фракцией одинакового размера с острыми краями (обычно в качестве наполнителя используют измельченный кварцевый песок). Органический материал цепляется за острые края частиц наполнителя, благодаря чему такие фильтры эффективно очищают воду от нетвердых веществ. Однако они не решают проблему с твердыми примесями, такими как песок, которые смешиваются с частицами наполнителя. Фильтры с наполнителем очищаются обратным потоком отфильтрованной воды.



**ДИСКОВЫЕ ФИЛЬТРЫ** — это нечто среднее между сетчатыми фильтрами и фильтрами с наполнителем. Они эффективно справляются с песком и органикой. Фильтр состоит из круглых дисков с канавками, выполненными с одной стороны. Между сложенными один на другой дисками образуются узкие каналы, по которым проходит вода. Фильтр улавливает все примеси, размер которых превышает диаметр каналов. Для очистки фильтра диски можно легко извлечь из корпуса и промыть вручную.



**ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ФИЛЬТРЫ** также известны как пескоотделители, поскольку их главным назначением является очистка воды от песка. Загрязненная вода поступает в фильтр, в котором под действием центробежной силы песок отбрасывается к внешнему краю цилиндра и собирается на дне резервуара. Песчинки могут попадать в систему, если размер фильтра подобран неверно, а также при включении и выключении подачи. Пескоотделительная система не справляется с органическими примесями, так как она рассчитана на удаление частиц, которые тяжелее воды.

ТОЧНОСТЬ И РАВНОМЕРНОСТЬ	45
ПУСТЬ ВСЕ СДЕЛАЕТ СИСТЕМА ОРОШЕНИЯ	46
ТОЧНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО УДОБРЕНИЯ	47
ЦИФРОВЫЕ ДОЗИРОВОЧНЫЕ НАСОСЫ	48



077

# ФЕРТИГАЦИЯ И ХИМИГАЦИЯ

ФЕРМЕРАМ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНО СОКРАТИТЬ ЗАТРАТЫ И ИСКЛЮЧИТЬ ЧРЕЗМЕРНЫЙ РАСХОД УДОБРЕНИЙ И АГРОХИМИКАТОВ. РЕШЕНИЯ ДЛЯ ФЕРТИГАЦИИ И ХИМИГАЦИИ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ТРЕБУЕМУЮ ТОЧНОСТЬ И РАВНОМЕРНОСТЬ.

# ФЕРТИГАЦИЯ И ХИМИГАЦИЯ



В области сельского хозяйства и растениеводства спрос на более точное дозирование удобрений и агрохимикатов становится обычным делом наряду с рациональным водопотреблением. Повышение стоимости всех материалов и сырья в области производства продовольствия будет только продолжаться на фоне истощения водных и земляных ресурсов и роста потребностей населения в продовольствии.

Спрос на безопасные продукты питания ужесточает требования к процессам возделывания продовольственных культур и сбора урожая. Использование в ходе данных процессов установленного количества удобрений также указывает на необходимость точного дозирования химикатов во избежание загрязнения продуктов вредными веществами.

Это справедливо и для тепличных комплексов и гидропонных систем. Мы все хотим иметь у себя на столе свежие фрукты и овощи. Внесение удобрений и агрохимикатов для защиты данных систем выращивания растений от вредителей и вредных веществ является гораздо более критичным условием, чем для полевых культур. Системы дозирования химических веществ и удобрений повсеместно используются в системах выращивания растений и дезинфекции.

## Что такое фертигация и химигация?

**ФЕРТИГАЦИЯ** — это внесение удобрений и (или) почвоулучшителей в процессе орошения. Удобрение — это материал, который содержит одно или несколько питательных веществ, необходимых для роста растений. К удобрениям также относится гипс и известь.

**ХИМИГАЦИЯ** — это внесение пестицидов или веществ для поддержания работы системы в процессе орошения. К используемым веществам относятся гербициды, инсектициды, фунгициды, фумиганты, регуляторы роста растений, роденциды, дезинфекционные вещества, антисептики, буферные вещества, десиканты, дефолианты, ингибиторы роста побегов и адьюванты.

### Преимущества фертигации и химигации:

- Равномерное внесение вместе с поливной водой в процессе орошения.
- Внесение нужного для растений количества.
- Дополнительного полевого оборудования не требуется, благодаря чему сокращаются затраты и объем технического обслуживания.
- Экономия времени за счет внесения удобрений в процессе орошения.
- Уменьшение уплотнения грунта.
- Снижение риска для рабочего, которому не нужно контактировать с химикатами или удобрениями.
- Снижение риска чрезмерной и недостаточной подкормки.
- Дополнительное оборудование и ресурсы для внесения удобрений в сухом виде не требуются.

Продукция растениеводства или саженцы, выращенные в питомниках, высаживаются на наших полях или огородах, поэтому ни сами растения, ни почва ни в коем случае не должны быть поражены вредителями, которые могут распространиться на территории сельскохозяйственных угодий или садов, нанося им большой урон. Агрохимикаты и удобрения стимулируют рост растений и предотвращают размножение вредителей, а также защищают окружающую среду. Еще раз повторим, что точность дозирования удобрений и химических веществ в систему орошения для защиты урожая от вредителей имеет критическое значение.

На сегодняшний день существует тенденция ужесточения экологических стандартов и природоохранного законодательства. Ввиду опасности попадания химикатов и нитратов в существующие водные источники будут разработаны и приняты дополнительные стандарты и нормы по контролю за грунтовыми и поверхностными водами. Наша задача заключается в том, чтобы использовать только такое количество удобрений и агрохимикатов, которое действительно нужно растениям, и минимизировать отходы. Контроль за стоком поливной воды с орошаемых полей станет более строгим, чем на текущий момент, на фоне ужесточения местных, государственных и федеральных нормативов.

В будущем высокая точность дозирования станет еще более востребованной, а потребители будут требовать отчет в том, где были выращены продукты питания и какие химические вещества использовались, до того как эти продукты попали на полки продовольственных магазинов. Появится необходимость измерять и контролировать норму внесения удобрений и химических веществ. Результаты этих измерений и контроля нужно будет доводить до сведения покупателей, а также местных, государственных и федеральных органов власти. Вы не можете управлять тем, что не можете измерить, а для точного измерения вам потребуется современное дозирующее оборудование.

Рост механизации процессов орошения и возможность внесения удобрений и химикатов через эти системы способствуют высокой урожайности и доходности. Фермерам нужно оставаться конкурентоспособными, внедрять новые решения и сокращать трудозатраты. Для этого необходимо использовать только те удобрения и хими-

ческие вещества, которые обеспечивают максимальную урожайность и сохранность окружающей среды. Эту задачу можно решить только с помощью высокоточного дозирующего оборудования.

### ПРЕИМУЩЕСТВА ТОЧНОСТИ И РАВНОМЕРНОСТИ

Промышленные жидкие удобрения отличаются высокой концентрацией и ценой, поэтому исключительно важно, чтобы используемый метод орошения обеспечивал равномерность и точность внесения удобрений. В противном случае пострадают растения или рост культуры на поле будет неравномерным.

Параллельно с массовым распространением решений для принудительного орошения (капельный полив и дождевание), механизированных систем орошения (машины с центральной осью вращения) и других поливных технологий наблюдается рост использования фертигации и химигации. Внесение удобрений и агрохимикатов через системы орошения экономит время и труд.

Система фертигации и химигации также должна уменьшать сток поливной воды и снижать неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Повышение эффективности систем орошения и их составляющих, а также равномерности полива влечет за собой рост эффективности и равномерности внесения удобрений и химических веществ.



Применение технологии фертигации или химигации несет в себе целый ряд преимуществ. Если система орошения обеспечивает равномерный полив, то и внесение химикатов также будет равномерным. На равномерность влияют такие факторы, как износ сопел, колебания рабочего давления, состояние клапанов или других компонентов системы орошения. Однако непосредственная задача заключается в том, чтобы контролировать равномерность полива и регулировать систему орошения до добавления каких-либо питательных или химических веществ.

Экономических преимуществ множество. На орошаемое поле вносится только необходимое количество питательных и химических веществ, что способствует сокращению издержек и отходов. Для большей экономии можно использовать концентрированные растворы. Более того, не нужно покупать дополнительное полевое оборудование для внесения удобрений и агрохимикатов и тратить средства на его обслуживание и ремонт. И в целом внесение удобрений и химикатов не требует больших трудозатрат, что упрощает задачу выполнения требований по охране труда. Этот процесс можно автоматизировать, установив системы дозирования.

Благодаря тому, что удобрения вносятся в процессе полива, отпадает необходимость ждать, пока поле просохнет, чтобы вывести на него другое оборудование. Питательные и химические вещества можно вносить в процессе орошения. Гораздо более точный режим упрощает график работ.

При внесении питательных и химических веществ через систему орошения на поле не нужно выводить дополнительные тракторы или распылительное оборудования, благодаря чему снижается уплотнение грунта. Труд сельскохозяйственных рабочих также становится более безопасным, потому что им практически не приходится контактировать с химикатами и удобрениями, которые подаются напрямую в поливную систему. Рабочим не требуется находиться на орошаемом участке с оборудованием для внесения химикатов или удобрений.

Растворы подаются напрямую из резервуаров для хранения, что исключает необходимость перемешивания или проведения других манипуляций.

## ПУСТЬ ВСЕ СДЕЛАЕТ СИСТЕМА ОРОШЕНИЯ

Выбор в пользу фертигации означает, что система орошения все сделает сама, и вам не потребуется покупать дорогостоящее оборудование для внесения химикатов, которому также потребуется техническое обслуживание. Это также решает проблему избыточной или недостаточной подкормки и обработки растений, поскольку равномерность внесения химических веществ и удобрений проще контролировать, если задать точный объем для конкретного участка.

Кроме того, при использовании сухих удобрений требуется дополнительное механическое оборудование, включая тракторы и сеялки или разбрызгиватели. Внесенные удобрения требуются равномерно полить, чтобы они растворились с одинаковой скоростью. Для равномерного или достаточно равномерного полива нужно дожидаться, когда пойдет дождь, либо использовать систему принудительного орошения. А если есть система принудительного орошения, то почему бы не воспользоваться ею для внесения нужных веществ? Тогда фермер может быть точно уверен, что в процессе полива растений было внесено требуемое количество удобрений и химикатов. Этот способ также позволяет уменьшить объем используемых химических веществ и вносить удобрения несколько раз во время полива в течение периода вегетации, если это необходимо для роста растений.

Широкое распространение систем принудительного орошения, включая машины с центральной осью вращения, системы капельного полива (для многолетних культур) и ленточного капельного полива (для пропашных культур) увеличивает возможности внесения удобрений и других химических веществ в процессе полива. Кроме того, дороговизна удобрений диктует необходимость вносить только действительно нужные вещества, в надлежащее



*Дозирование в систему с центральной осью вращения является одним из примеров фертигации с интенсивной подачей, для которой требуется высокая точность и равномерность.*

*В системах фертигации во время капельного полива (микроорошения) используются небольшие насосы с низкой подачей, к которым предъявляются аналогичные требования по точности и равномерности*







время и в точном количестве, чтобы удобрения поступали в корнеобитаемый слой возделываемой культуры.

Такой подход сокращает количество используемых веществ и исключает риск потери и растворения удобрений за пределами корнеобитаемого слоя. Это снизит и уже снизило попадание нитратов в наши водные источники.

### **ТОЧНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО УДОБРЕНИЯ**

Удобрения выпускают в самых разных формах. Те фермеры, которые подмешивали в воду гранулированные удобрения, начинают осознавать, что это не самый экономный и точный подход. Через системы принудительного орошения можно вносить только водорастворимые материалы, а многие сухие удобрения могут содержать не совсем растворимые компоненты.

В общий обиход входят имеющиеся на рынке жидкие удобрения, а также эффективные и точные дозировочные устройства. Результатами данной тенденции являются повышение урожайности и экономия производственных ресурсов, что также способствует росту доходов.

Жидкие удобрения с постоянной концентрацией обеспечивают гибкость в выборе способов фертигации, в число которых входит распыление на листву, почвенные инъекции, капельное или микро-распыление. Их использование также исключает необходимость выполнения манипуляций с тяжелыми мешками, а также контакт рабочих с пылью, как в случае с сухими материалами. Кроме того, при подаче в систему жидких удобрений не происходит засорения поливных рукавов и труб, а процесс водопоглощения протекает быстрее.

Технология точного внесения удобрений в настоящее время приобретает все большее значение и будет продолжать совершенствоваться. Стоимость удобрений и агрохимикатов будет только расти, поэтому точность дозирования должна непрерывно повышаться. Задача заключается в том, чтобы вносить только такое количество удобрений и химических веществ, которое растение сможет поглотить без потерь в виде растворения вне корнеобитаемого слоя или стока. В процессе химигации необходимо добиться того, чтобы химические вещества вносились только для тех растений и попадали только на те поверхности почвы, для которых они предназначались. При этом необходимо учитывать проблему избыточного распыления и уноса ветром и принять меры для ее устранения.

## ЦИФРОВЫЕ ДОЗИРОВОЧНЫЕ НАСОСЫ ГАРАНТИРУЮТ ВЫСОКУЮ РАВНОМЕРНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ

Если выбирать из всех насосов, которые подходят для фертигации, то максимальную точность можно достичь с помощью дозирующих насосов с электроприводом (а еще лучше — цифровых дозирующих насосов). Цифровые дозирующие насосы обеспечивают равномерную подачу удобрений в поливную воду и их хорошее перемешивание, а также гибкость в управлении за счет простого пуска/останова в ручном режиме или пропорционального регулирования с помощью водомера.

### Наиболее распространенные типы насосов для фертигации

В таблице ниже сопоставлены преимущества и недостатки наиболее распространенных типов насосов для фертигации.



*Цифровые решения для дозирования на практике подтвердили свою способность обеспечить баланс между высокой урожайностью и безопасностью для окружающей среды.*

Тип	Преимущества	Недостатки
Кривошипный насос с частотно-регулируемым электроприводом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокая точность</li> <li>• простая начальная настройка</li> <li>• простая регулировка</li> <li>• высокая гибкость</li> <li>• низкие эксплуатационные расходы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокие первоначальные инвестиции</li> </ul>
Насос с гидравлическим приводом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• относительно невысокая стоимость</li> <li>• электроэнергия не требуется</li> <li>• простота в эксплуатации</li> <li>• низкие эксплуатационные расходы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• более низкая точность</li> <li>• неавтоматическая система</li> <li>• очень ограниченный рабочий диапазон</li> <li>• отсутствие возможности управлять насосом и контролировать его работу в удаленном режиме</li> <li>• импульсное дозирование</li> </ul>
Насос с электромагнитным приводом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• относительно невысокая стоимость</li> <li>• низкие эксплуатационные расходы</li> <li>• различные варианты регулирования и контроля дозирования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ограниченная точность</li> <li>• сложная начальная настройка</li> <li>• сложное регулирование</li> <li>• ограниченный рабочий диапазон на единицу</li> <li>• скачки давления</li> </ul>
Насос с кулачковым электроприводом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• относительно невысокая стоимость</li> <li>• низкие эксплуатационные расходы</li> <li>• различные варианты регулирования и контроля дозирования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ограниченная точность</li> <li>• сложная начальная настройка</li> <li>• низкая гибкость</li> <li>• ограниченный рабочий диапазон на единицу</li> <li>• сложность в эксплуатации</li> <li>• скачки давления</li> </ul>
Насос с регулятором перепада давления и клапаном Venturi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• невысокая стоимость</li> <li>• низкие эксплуатационные расходы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• очень низкая точность</li> <li>• низкая гибкость</li> <li>• сложное регулирование</li> <li>• требуется дополнительный насос для некоторых систем</li> </ul>
Насос с электродвигателем и редуктором с поршневым приводом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеренные расходы</li> <li>• простая настройка</li> <li>• простая регулировка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеренная точность</li> <li>• высокие эксплуатационные расходы</li> </ul>
Перистальтический насос с электроприводом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• невысокая стоимость</li> <li>• простая настройка</li> <li>• простая регулировка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеренные эксплуатационные расходы</li> <li>• умеренная точность</li> </ul>
Роликовый насос с механическим приводом	<ul style="list-style-type: none"> <li>• невысокая стоимость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокие эксплуатационные расходы</li> <li>• низкая точность</li> <li>• низкая гибкость</li> <li>• неавтоматическая система</li> </ul>

# КАК ВЫБРАТЬ НАСОС ДЛЯ ФЕРТИГАЦИИ

## КЛУБНИЧНЫЕ ПОЛЯ

Ниже представлен расчет для подбора насоса для фертигации клубничного поля площадью 4 гектара (система орошения обеспечивает полив всей площади сразу). Поливная вода забирается из скважины со скоростью 113,6 м<sup>3</sup>/ч. Рабочее давление системы орошения на выходе из скважины составляет 2,8 бар. Дополнительная информация о поле и системе орошения:

Сельскохозяйственная культура: клубника  
 Междурядное расстояние: грядки 1,32 метра (двурядные с подземной одинарной капельной лентой)  
 Площадь поля: 4 гектара (303 грядки с рядами длиной 100 метров)  
 Тип орошения: капельная лента 1,89 литра в минуту/30,48 метра  
 Тип почвы: песчаный суглинок

Ряд 100 метров ÷ 30,48 = 3,3 × 1,89 литра/минута = 6,26 литра/минута на ряд  
 330 рядов × 6,26 литра/минута = 1896,8 литра/минута или 113,8 м<sup>3</sup>/час

Для фертигации с помощью системы орошения необходимо учесть ряд факторов и выполнить определенные расчеты.

Необходимо определить следующее:

Для нашего клубничного поля (пример):

- A.** Подаваемый в систему материал(ы)
- B.** Количество вносимого материала/поливаемых гектаров
- C.** Площадь поля
- D.** Общее требуемое количество вносимого материала
- E.** Общее количество подаваемого в систему материала (кг)
- F.** Объем подаваемого в систему материала (галлоны)
- G.a** Время, в течение которого допускается подавать в систему требуемое количество материала. В данном примере: время работы системы — 8 часов, требуемое количество материала — 108 литров
- G.b** Время и скорость подачи, если требуется разведение материала:
  - Подача в системе:
  - Разведение (100 частей/миллион)
  - Коэффициент разведения
  - Скорость подачи
  - Время подачи при степени разведения 100 частей/миллион и скорости подачи 35,5 литра/час для внесения 108 литров азота

- A.** **UAN-32 (32% азота, 1,3 кг/литр).**
- B.** **11,2 кг азота на гектар**
- C.** **4 гектара**
- D.** Общий объем азота 11,20 кг/га × 4 гектара = **44,8 кг азота**
- E.** UAN-32: 44,8 кг ÷ 0,32 = **140 кг**
- F.** UAN-32: 140 кг ÷ 1,3 кг/литр = **108 литров (количество материала)**
- G.a** 108 литров ÷ 8 часов = 13,5 литра/час ÷ 60 = **0,225 литра/минута (скорость подачи).**  
**Дозировочный насос должен перекачивать 0,225 литра/минута при рабочем давлении в системе 2,8 бар.**
- G.b.**
  - Подача **113,8 м<sup>3</sup>/час** в системе орошения
  - 100 частей/миллион азота (UAN-32)**
  - 0,32 × 1000 000 ÷ 100 частей/миллион = **3 200 (коэффициент разведения)**
  - Скорость подачи: 113,8 м<sup>3</sup>/ч ÷ 3 200 = **0,0355 м<sup>3</sup>/час или 35,5 литра/час снова при рабочем давлении в системе 2,8 бар**
  - 108 литров ÷ 35,5 литра/час = **3 часа**

- H.** Давление в системе, через которую осуществляется подача материала насосом
- I.** Место установки дозировочного насоса и точки подачи материала в систему
- J.** Необходимость установки резервуара для хранения материалов
- K.** Необходимость смесителя в резервуаре
- L.** Наличие и место расположения источников питания

### Примечание

Скорость и время подачи должны быть такими, чтобы не происходило вымывание питательных или химических веществ. Для этого может потребоваться подавать питательные вещества через очень короткие интервалы. Другой способ предотвращения вымывания заключается в том, чтобы подавать материалы в конце цикла полива. Определите, какой способ позволит сохранить вносимые питательные или химические вещества в корнеобитаемом слое поливаемого растения.

### Выбор насоса

Описанию дозировочных насосов, приведенному в примере **G.a**, с подачей 13,5 литра/час соответствуют насосы Grundfos DDA 30-4, DMX25-3 или DMH 36-16. Самым экономичным вариантом является насос DDA 30-4.

Описанию дозировочных насосов, приведенному в примере **G.b**, с подачей 35,5 литра/час соответствуют насосы Grundfos DME 60-10, DMX35-10 или DMH 31-200.

УПРАВЛЕНИЕ И МОНИТОРИНГ	52
ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ	52
КАК СОКРАЩАЮТСЯ РАСХОДЫ	53



088

# УПРАВЛЕНИЕ, ИНФОРМАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ ПРИОБРЕТАЮТ ВСЕ БОЛЬШУЮ ПОПУЛЯРНОСТЬ КАК СРЕДСТВА УПРОЩЕНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ. ЭТО ДОСТИГАЕТСЯ РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ: ЗА СЧЕТ ПРОСТОГО МОНИТОРИНГА ДАННЫХ НАСОСА ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ, ДИСТАНЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ ПОЛИВА, А ТАКЖЕ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕИМУЩЕСТВ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ.

# УПРАВЛЕНИЕ, ИНФОРМАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Фермеры открывают для себя все больше преимуществ дистанционного мониторинга, управления и регулирования скорости с помощью частотно-регулируемых электроприводов. Однако очень немногие пользуются возможностями решений, которые могут показаться чрезмерно сложными. Сегодня существует целый ряд компонентов и комплексных решений, которые позволяют монтажным организациям оросительного оборудования включить в пакет оказываемых услуг мониторинг работы насосов, установленных на ферме. Благодаря этому фермеры могут заняться тем, что у них получается лучше всего: оптимизировать урожайность.

Система орошения — это не просто набор насосов. Зачастую в систему входит оборудование различных поставщиков, например оросительная установка, система метеорологической информации, приборы контроля влажности почвы и т.д. Тех фермеров, которые не хотят собирать в одной системе контроля оборудование различных поставщиков и тем более внедрять управление системой орошения с компьютера, вполне можно понять.

Как правило, фермеры стремятся самостоятельно контролировать работу системы — экономические последствия ошибок слишком велики. Тем не менее такие сложности можно преодолеть. Чем больше участников рынка понимает эти проблемы, тем проще становится процесс интеграции оборудования.

Сегодня существует целый ряд компонентов и решений, которые позволяют монтажным организациям оросительного оборудования включить в пакет оказываемых услуг мониторинг работы насосов, установленных на ферме.

Благодаря этому фермеры могут заняться тем, что у них получается лучше всего: оптимизировать урожайность.

## УПРАВЛЕНИЕ И МОНИТОРИНГ

Технологии управления и мониторинга приобретают все большее значение для сельского хозяйства. В области орошения газонов и полей для игры в гольф уже используются интеллектуальные средства управления, которые контролируют влажность почвы, метеорологические условия и требуемое количество поливной воды.

На основе этих данных можно увеличивать или уменьшать полив и выбирать подходящий режим орошения. Экономические последствия ошибок в сельском хозяйстве гораздо выше, чем

в отрасли ландшафтного полива и орошения газонов (в случае недостаточного полива трава очень быстро восстанавливается, а вот восстановление сельскохозяйственных культур связано с огромными затратами и не всегда достижимо).

Тем не менее условия, которые оказывают влияние на сельскохозяйственные культуры, очень сильно меняются в течение года и включают гораздо больше переменных величин, чем при выращивании газонов и озеленении. Возле источника воды необходимо установить шкаф управления, который будет регулировать объем перекачиваемой воды и время забора (например, при заборе воды из нескольких скважин различной глубины с непостоянным уровнем воды).

Станции фильтрации также должны быть оборудованы шкафами управления. Если такая информация доступна онлайн, существует возможность дистанционного мониторинга с подачей аварийных сигналов. Например, чтобы для полива хватило воды, ее забирают одновременно из нескольких источников (скважин и каналов). В этом случае в систему поступает вода с разными характеристиками и различной концентрацией примесей, поэтому воду необходимо смешивать и обрабатывать соответствующим образом.

Во избежание засорения систему орошения дезинфицируют (например, хлором), чтобы удалить водоросли. В гидронных системах такие небольшие проблемы, как рост грибов, могут очень быстро выйти из-под контроля. Такие системы требуют очень точного дозирования, а управление критическими функциями должно быть сверхточным, как и программа автоматического дозирования.

## ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

Решение для дистанционного управления с интерфейсами связи, соответствующими стандартам открытых систем, с помощью которого насосы и насосные системы с легкостью интегрируются в системы SCADA (диспетчерское управление и сбор данных), ПЛК (программируемый логический контроллер) и другие системы шкафа управления и мониторинга, открывает для фермера целый ряд возможностей, в том числе наблюдение за насосом, работающим в автономном режиме, компонентами, которые могут интегрироваться с другим оборудованием, а также полный мониторинг с дистанционным управлением.

Быстрая и простая связь с насосами и насосными системами позволяет монтажным организациям оказывать фермеру услуги более высокого уровня. Прозрачность данных означает, что планирование и мониторинг данных о состоянии намного упрощается, тем самым

способствуя более эффективному составлению отчетности, наличию более подробной информации об общем состоянии насосной и оросительной системы, возможному повышению доступности поливной воды и улучшению режима полива. Также становится возможным оперативный анализ и оптимизации структуры системы.

Открытые и интероперабельные сети шин данных приобретают все большее значение для диспетчерского контроля насосных систем.

Grundfos предлагает решения для систем связи и контроля при использовании новой концепции промышленной сети, которая обеспечивает оптимальную, гибкую и, следовательно, экономичную интеграцию передачи данных и таких полевых устройств, как насосы или насосные системы, в системы управления.

Интерфейсы связи по стандартам открытых систем CIM/CIU Grundfos предоставляют монтажным организациям целый ряд преимуществ. Использование шины последовательной передачи данных позволяет сэкономить на установке электромонтажного полевого оборудования до 40%. Наличие данных в системе диспетчерского контроля упрощает процесс контроля и управления системой, а оптимизация системы может значительно сократить эксплуатационные расходы.

Стандарты открытых систем лежат в основе нейтральных, гибких и безопасных решений для передачи данных, способствующих оптимизации и защите инвестиций. Собранные данные поступают от технических систем через указанные интерфейсы для последующей передачи на соответствующие устройства. Это означает, что данные можно использовать для самых разных целей, например для учета эксплуатационных расходов.

Такие интерфейсы делают возможным подключение вашего насоса к промышленной шине и организацию единой системы связи, объединяющей все продукты, для централизованного мониторинга

данных, оптимального дистанционного контроля рабочей точки и профилактического обслуживания. Настенный блок CIU оснащен источником питания 24–240 В перем. тока/пост. тока.

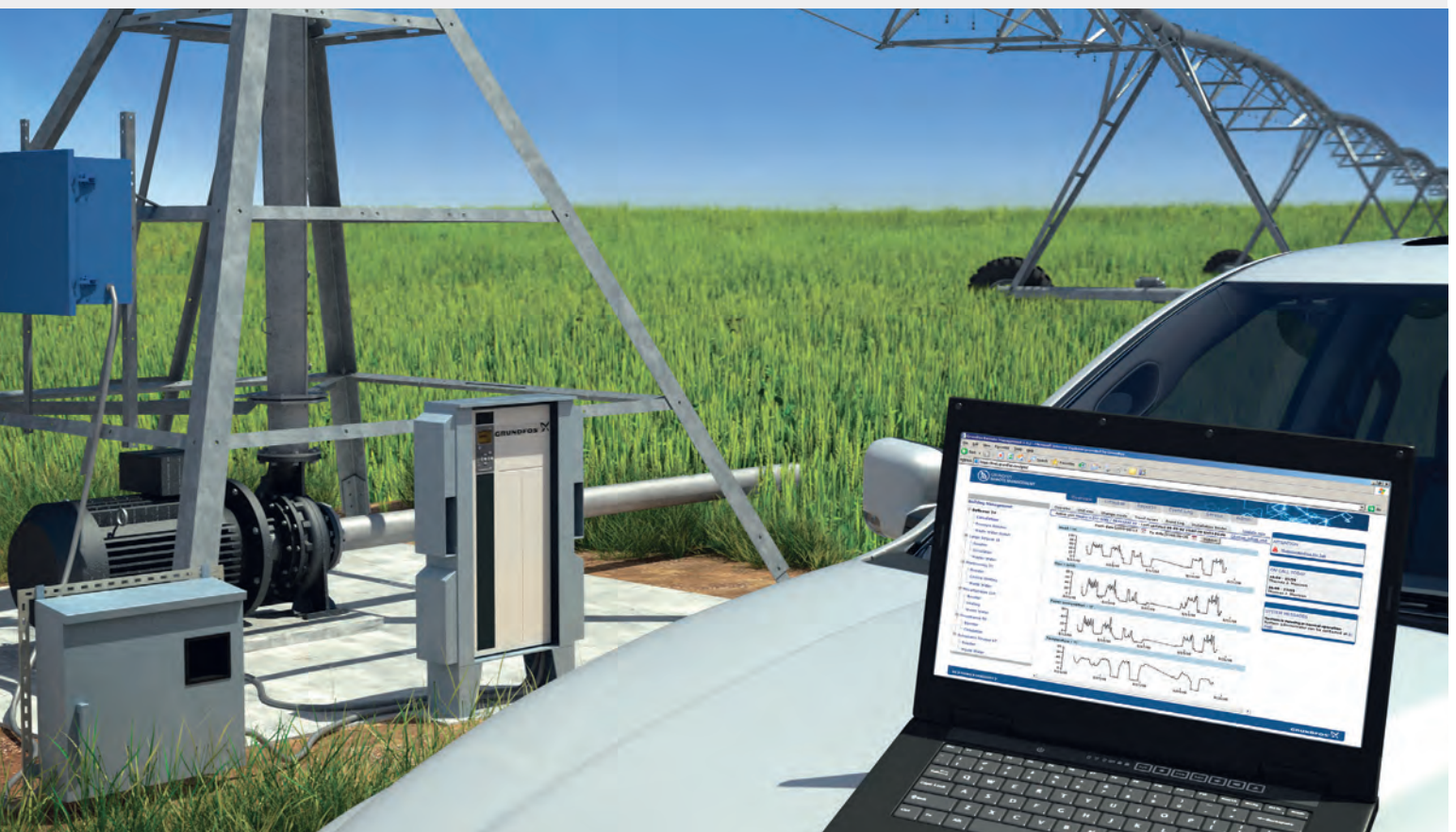
Модульная конструкция, которую можно без труда изменить для решения новых задач, соответствует стандартным функциональным профилям. Интерфейсы связи стандарта CIM/CIU Grundfos, предназначенные для полного управления процессами в насосных системах Grundfos, отличаются простотой установки и наладки.

## ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Каждый тип орошения, требует строгого контроля подачи и давления, если вы хотите добиться высокой эффективности полива. В системе орошения важны не только насосы, но и процесс регулирования их работы.

Если подача и давление в системе орошения должны быть постоянными, то самым эффективным решением будет использование односкоростного насоса, работающего в режиме максимального КПД. Однако если подача и давление в системе меняются или если зоны полива открываются или закрываются, то для регулирования подачи и давления лучше всего установить частотно-регулируемый электропривод. Он гарантирует не только оптимальную равномерность полива, но и существенно сокращает энергопотребление насоса, что, пожалуй, является самым большим преимуществом.

Разумеется, подачей и давлением можно легко управлять с помощью клапана, что и делают в большинстве случаев для регулировки производительности насоса. Но это то же самое, что вовсе разогнаться на автомобиле, а затем регулировать скорость с помощью тормоза.



Частотно-регулируемый электропривод преобразует входную частоту 50 или 60 Гц в выходную частоту в диапазоне от 0 до максимального значения. Максимальное значение частоты по умолчанию, как правило, составляет 50 или 60 Гц в зависимости от региона. Изменение частоты влечет за собой изменение частоты вращения электродвигателя и, следовательно, скорости насоса. Это и подразумевается под словосочетанием «регулирование производительности». См. таблицу с результатами сравнения производительности в Главе 11 на странице 71.

Регулирование скорости насоса обладает целым рядом преимуществ практически во всех случаях, когда условия орошения меняются из года в год в течение одного сезона или даже изо дня в день. В качестве примеров ситуаций, в которых регулирование скорости насоса в зависимости от фактических требований к рабочим характеристикам приносит потенциально большую выгоду, можно назвать открытие и закрытие орошаемых зон, использование машин с центральной осью вращения, оборудованных угловой секцией или дальнеструйным дождевальным аппаратом, уста-

новленным в самой крайней точке, а также колебание давления на входе. Частотно-регулируемый электропривод также можно использовать в качестве высокочастотного привода при необходимости дополнительного повышения производительности насоса. Однако для этого нужен более мощный электродвигатель. Также требуется предварительно проконсультироваться с поставщиком насоса. Кроме того, частотно-регулируемый электропривод обеспечивает плавный пуск и останов, снижает риск гидроудара в системе и исключает необходимость защиты электродвигателя от перегрузки, так как это является встроенной функцией привода.

Однако установка частотно-регулируемого привода не всегда является выгодным решением. Например, для наполнения открытого резервуара или пруда грунтовой водой нужно просто запустить насос на максимальной скорости. Но, как уже было отмечено, существует множество случаев, когда регулирование скорости насоса с помощью частотно-регулируемого электропривода имеет смысл.

## КАК ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СОКРАЩАЕТ ЭНЕРГО- И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И РАСХОДЫ

### Открытие и закрытие орошаемых зон

Такой метод, как правило, используется в тех случаях, когда для полива разных культур требуется различное количество воды либо когда одну и ту же культуру высаживают и убирают в разное время для продления сезона. По сигналу датчика давления установленный частотно-регулируемый привод снижает скорость насоса при отключении зоны и поддерживает прежнее давление в открытой зоне. Кроме того, насос потребляет почти в два раза меньше энергии, чем в том случае, когда обе зоны открыты.

### Машины с центральной осью вращения с угловой секцией и дальнеструйным дождевальным аппаратом в самой крайней точке

Если машина с центральной осью вращения оборудована угловой секцией или дальнеструйным дождевальным аппаратом,

то при включении системы требуется более высокая подача и давление, чем при выключении. Испытания показали, что установка частотно-регулируемого электропривода на главный насос машины сокращает энергопотребление как минимум на 20%. Давление на разбрызгивателях поддерживается на постоянном уровне. Возможно также снижение водопотребления.

### Изменение давления на входе насоса

Давление на входе насоса может сильно колебаться, особенно если речь идет о погружных глубинных насосах. Горизонт грунтовых вод, как правило, меняется в течение одного сезона или из года в год. И в том, и в другом случае частотно-регулируемый привод позволяет регулировать производительность насоса для поддержания постоянного давления на выходе и, следовательно, обеспечивает оптимальный полив.

## КАК СОКРАЩАЮТСЯ РАСХОДЫ

Интеграция мониторинга, контроля и регулировки скорости с помощью частотно-регулируемого электропривода означает, что в самом ближайшем будущем дистанционное управление процессом орошения получит широкое распространение. Оповещения, данные отчетов и диагностики насоса, параметры частотно-регулируемого электропривода, уровень воды в резервуаре, скважине или ином источнике, сигналы устройства защиты двигателя — все это отображается на одном и том же экране, благодаря чему у оператора системы орошения появляется возможность полностью автоматизировать процесс орошения либо самостоятельно управлять системой, полагаясь на полученные данные.

Многие современные решения позволяют фермеру программировать, управлять, проводить диагностику и генерировать отчетность в удаленном режиме, используя любое устройство с выходом в интернет, включая настольный ПК, ноутбук, iPad, планшет или смартфон.

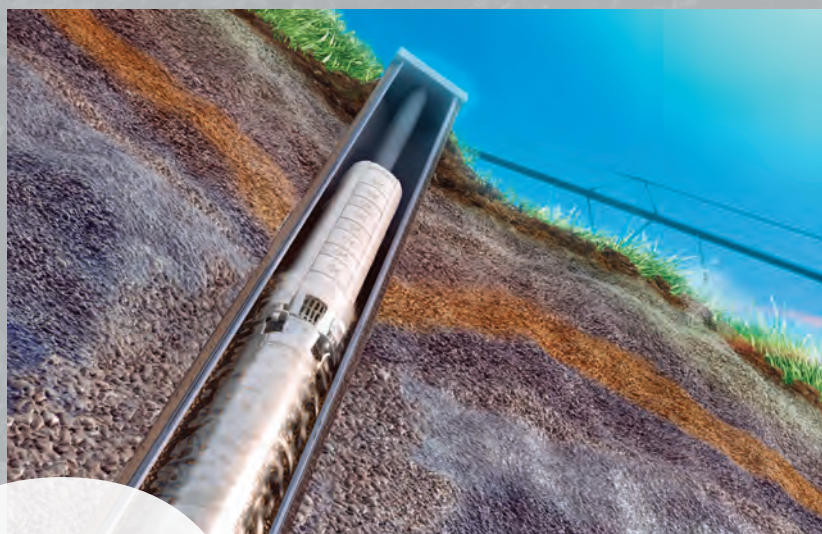
Обладая более подробной информацией о состоянии насоса и его работе, гораздо проще принимать корректирующие меры, способствующие продлению ресурса насоса и снижению энергопотребления.





ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ  
ЭНЕРГИИ — ВЫГОДНОЕ  
ВЛОЖЕНИЕ СРЕДСТВ

58



09

# ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

СТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ РЕЗКО УПАЛА. НАСОСЫ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ЭФФЕКТИВНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА ИЛИ СОЛНЦА. ТАКАЯ НАСОСНАЯ СИСТЕМА ЛЕЖИТ В ОСНОВЕ ИДЕАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕГИОНОВ, В КОТОРЫХ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ОТСУТСТВУЮТ ИЛИ РАБОТАЮТ С ПЕРЕБОЯМИ, КАК ДЛЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ, ТАК И ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ПОЛИВА В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ ПЛАНЕТЫ.

# ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

За последние годы произошло резкое падение стоимости производства экологически чистой энергии на основе возобновляемых источников. Одновременно с этим правительства разных стран настаивают на том, чтобы на долю такой энергии приходился больший процент от общего объема производства. В стремлении увеличить КПД электродвигателей и сократить уровень выбросов CO<sub>2</sub>, было ужесточено законодательство, регулирующие способы производства энергии. И эта тенденция, безусловно, сохранится.

Системы на возобновляемых источниках энергии получают все большее распространение в отрасли ирригации, например для полива оливковых рощ и виноградников в странах Южной Европы. В частности, системы на возобновляемых источниках энергии оказались идеальным решением для капельного орошения, бесперебойно подавая поливную воду напрямую в корнеобитаемый слой по обширной сети поливных рукавов. Такой подход предельно уменьшает степень эвапорации и уровень водопотребления.

Насосные системы, работающие на экологически чистой энергии ветра и солнца, представляют собой экономичное, гибкое и безопасное решение для водоснабжения. Использование энергии солнца и ветра сводит расходы на электроэнергию до нуля и сокращает затраты на энергетическую инфраструктуру независимо от области применения.

Внедрение насосных систем, работающих на солнечной и ветровой энергии, включает в себе целый ряд ощутимых преимуществ, включая простоту установки благодаря конструкции plug-and-go («подключи и работай»). А настройка насосной системы для решения определенных задач или эксплуатации в конкретных условиях является относительно простым делом. Встроенные функции защиты электродвигателя насоса сокращают объем необходимого технического обслуживания.

Рассчитанные на работу как в непрерывном, так и в периодическом режиме, насосные системы, работающие на солнечной и ветровой энергии, особенно подходят в тех случаях, когда эксплуатационные расходы имеют первостепенное значение. После первоначальных вложений в обустройство системы все расходы сводятся к простому обслуживанию, например к очистке панелей солнечных элементов.

## **ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ — ВЫГОДНОЕ ВЛОЖЕНИЕ СРЕДСТВ**

Насосные системы на основе возобновляемых источников энергии представляют собой экологичную, надежную и экономичную альтернативу системам, подключенным к электросети, которая также несет в себе существенные выгоды в случае использования в области ирригации.



Стоимость жизненного цикла таких систем гораздо ниже, чем других систем водоснабжения, благодаря большой экономии на обслуживании и отсутствию расходов на электроэнергию.

Самые большие расходы связаны только с приобретением системы на возобновляемых источниках энергии. Зато потом фермеру больше не придется платить по счетам за электроэнергию. Это значит, что первоначальные инвестиции очень быстро окупаются. Если с самого начала выбрать насосную систему подходящего типоразмера или комплектации и выполнить правильные настройки с учетом задач, которые необходимо решить, то это также позволит сократить расходы на установку, ввод в эксплуатацию и обслуживание.

Насосные системы на возобновляемых источниках энергии — это выгодное вложение средств. Инвесторов на правительственном уровне агитируют выбирать возобновляемые источники для систем орошения, поскольку окупаемость такого проекта не зависит от уровня цен на электроэнергию.

Ученые работали над повышением эффективности производства ветровой энергии на протяжении многих лет, и по мере роста глобальной производственной мощности стоимость строительства солнечных батарей и ветряков снижалась. Это открыло рынок для источников энергии повышенной мощности, не входящих в энергосистему, благодаря тому, что размер первоначальных капиталовложений в большую систему стал более приемлемым, а получаемая от инвестиций прибыль выросла.

## **ПРИНЦИП РАБОТЫ НАСОСА НА ВОЗОБНОВЛЯЕМОМ ИСТОЧНИКЕ ЭНЕРГИИ**

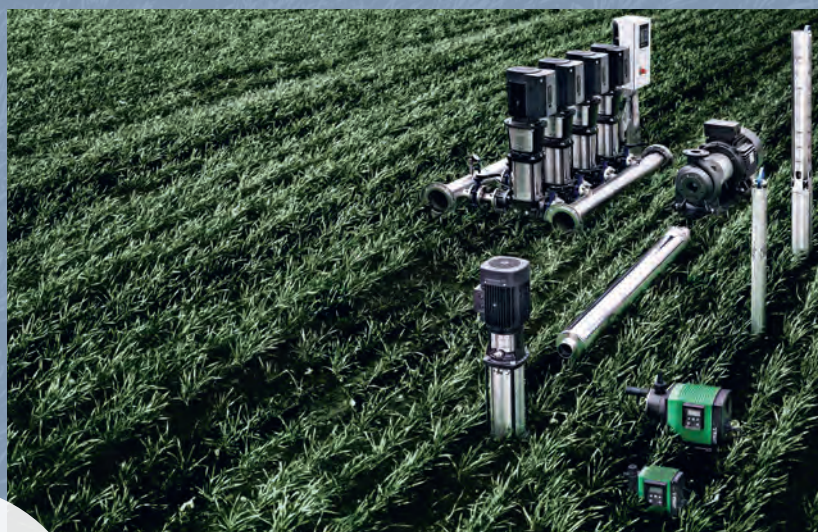
Насос, работающий на возобновляемом источнике энергии, ничем не отличается от стандартного насоса за одним исключением — установленный электродвигатель должен быть рассчитан на потребление энергии, вырабатываемой солнечными батареями или ветряком, а не обычной электроэнергией из сети.

Солнечные батареи вырабатывают постоянный ток. Чем интенсивнее солнечное излучение, тем больше энергии производят батареи.

Для преобразования постоянного тока в переменный используется инвертор или конвертер. Характеристики производимой энергии также зависят от солнечного излучения: чем выше интенсивность излучения, тем выше напряжение. Кроме того, конвертер связывает частоту и напряжение переменного тока, обеспечивая постоянное соотношение указанных параметров. Выходная характеристика полностью совпадает с выходной характеристикой стандартного частотно-регулируемого электропривода, за исключением пониженного напряжения.

Специальной функцией инвертора является мониторинг собственной выдачи мощности и обеспечение максимальной производительности. Эта операция, которая называется «слежение за точкой максимальной мощности», выполняется несколько раз в секунду.

ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ	62
ПОТЕРИ НА ТРЕНИЕ	63
ДАВЛЕНИЕ ПАРА	63



# 10

# ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ

НАСТОЯЩАЯ ГЛАВА ЯВЛЯЕТСЯ ВВЕДЕНИЕМ В ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ, ЗНАНИЕ КОТОРЫХ ПОМОЖЕТ ПОНЯТЬ, КАК РАБОТАЕТ НАСОС И КАКИМ ОБРАЗОМ ВОДА ВЕДЕТ СЕБЯ В СИСТЕМЕ ОРОШЕНИЯ.

ВСЕ ПРИВЕДЕННЫЕ НИЖЕ ОПИСАНИЯ И ПРИМЕРЫ ОТНОСЯТСЯ ТОЛЬКО К ВОДЕ.

# ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ



## ПРИНЦИПЫ

Когда мы подбираем насос, четыре основных параметра должны учитываться в первую очередь:

Подача	Обозначение	Q	Единица измерения	м <sup>3</sup> /ч	Кубический метр в час
Напор (давление)	Обозначение	H	Единица измерения	м	Метры
Энергия	Обозначение	P	Единица измерения	кВт	Киловатт
Допустимый подпор на входе в насос (ДПВН)	Обозначение	NPSHr	Единица измерения	м	Метры

Однако в процессе установки и эксплуатации насосов следует принимать во внимание еще два параметра:

1. потери на трение в трубопроводе;
2. высота подъема перекачиваемой среды.

Взаимодействие между Q, H и P можно выразить, как:  $P = Q \times H \times c$ , где c — постоянная величина, которая зависит от КПД насоса, гравитации и типа перекачиваемой среды.

- При двукратном увеличении подачи происходит двукратное увеличение мощности
- При двукратном увеличении напора происходит двукратное увеличение мощности
- При двукратном увеличении подачи и напора происходит четырехкратное увеличение мощности

При транспортировке любой среды по трубопроводу возникает трение, которое вызывает потери. Это означает потерю энергии и давления. Уровень потери давления зависит от скорости перекачиваемой среды: чем выше скорость, тем больше потери.

Зная величину подачи, можно рассчитать скорость среды (V) в трубе.

$$v = \frac{Q}{A} \times c$$

Где c — постоянная величина для перевода значения скорости в метры в секунду.

Для минимизации потери давления обычно рекомендуется поддерживать скорость движения среды в трубе на уровне не выше 2–4 м/с (в зависимости от конкретной ситуации).



## Потери напора в обычных водопроводных трубах

Верхние значения обозначают скорость воды в м/с.

Нижние значения обозначают потерю напора на 100 метров прямых труб.

Количество воды			Потери напора в обычных водопроводных трубах																	
м³/ч	л/мин	л/с	Номинальный диаметр трубы в дюймах и внутренний диаметр в [мм]																	
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"						
0,6	10	0,16	1,282 0,855 9,910	0,705 0,470 2,407	0,438 0,292 0,784	0,249														
0,9	15	0,25	1,282 20,11	0,705 4,862	0,438 1,570	0,249 0,416														
1,2	20	0,33	1,710 33,53	0,940 8,035	0,584 2,588	0,331 0,677	0,249 0,346													
1,5	25	0,42	2,138 49,93	1,174 11,91	0,730 3,834	0,415 1,004	0,312 0,510													
1,8	30	0,50	2,565 69,34	1,409 16,50	0,876 5,277	0,498 1,379	0,374 0,700	0,231 0,223												
2,1	35	0,58	2,993 91,54	1,644 21,75	1,022 6,949	0,581 1,811	0,436 0,914	0,269 0,291												
2,4	40	0,67		1,879 27,66	1,168 8,820	0,664 2,290	0,499 1,160	0,308 0,368												
3,0	50	0,83		2,349 41,40	1,460 13,14	0,830 3,403	0,623 1,719	0,385 0,544	0,229 0,159											
3,6	60	1,00		2,819 57,74	1,751 18,28	0,996 4,718	0,748 2,375	0,462 0,751	0,275 0,218											
4,2	70	1,12		3,288 76,49	2,043 24,18	1,162 6,231	0,873 3,132	0,539 0,988	0,321 0,287	0,231 0,131										
4,8	80	1,33			2,335 30,87	1,328 7,940	0,997 3,988	0,616 1,254	0,367 0,363	0,263 0,164										
5,4	90	1,50			2,627 38,30	1,494 9,828	1,122 4,927	0,693 1,551	0,413 0,449	0,269 0,203										
6,0	100	1,67			2,919 46,49	1,660 11,90	1,247 5,972	0,770 1,875	0,459 0,542	0,329 0,244	0,248 0,124									
7,5	125	2,08			3,649 70,41	2,075 17,93	1,558 8,967	0,962 2,802	0,574 0,809	0,412 0,365	0,310 0,185	0,241 0,101								
9,0	150	2,50			2,490 25,11	1,870 12,53	1,154 3,903	0,668 1,124	0,494 0,506	0,372 0,256	0,289 0,140									
10,5	175	2,92			2,904 33,32	2,182 16,66	1,347 5,179	0,803 1,488	0,576 0,670	0,434 0,338	0,337 0,184									
12	200	3,33			3,319 42,75	2,493 21,36	1,539 6,624	0,918 1,901	0,659 0,855	0,496 0,431	0,385 0,234	0,251 0,084								
15	250	4,17			4,149 64,86	3,117 32,32	1,924 10,03	1,147 2,860	0,823 1,282	0,620 0,646	0,481 0,350	0,314 0,126								
18	300	5,00				3,740 45,52	2,309 14,04	1,377 4,009	0,988 1,792	0,744 0,903	0,577 0,488	0,377 0,175	0,263 0,074							
24	400	6,67				4,987 78,17	3,078 24,04	1,836 6,828	1,317 3,053	0,992 1,530	0,770 0,829	0,502 0,294	0,351 0,124							
30	500	8,33					3,848 36,71	2,295 10,40	1,647 4,622	1,240 2,315	0,962 1,254	0,628 0,445	0,439 0,187							
36	600	10,0					4,618 51,84	2,753 14,62	1,976 6,505	1,488 3,261	1,155 1,757	0,753 0,623	0,526 0,260							
42	700	11,7					3,212 19,52	2,306 8,693	1,736 4,356	1,347 2,345	0,879 0,831	0,614 0,347								
48	800	13,3					3,671 25,20	2,635 11,18	1,984 5,582	1,540 3,009	1,005 1,066	0,702 0,445								
54	900	15,0					4,130 31,51	2,964 13,97	2,232 6,983	1,732 3,762	1,130 1,328	0,790 0,555								
60	1000	16,7					4,589 38,43	3,294 17,06	2,480 8,521	1,925 4,595	1,256 1,616	0,877 0,674								
75	1250	20,8						4,117 26,10	3,100 13,00	2,406 7,010	1,570 2,458	1,097 1,027								
90	1500	25,0						4,941 36,97	3,720 18,42	2,887 9,892	1,883 3,468	1,316 1,444								
105	1750	29,2						4,340 24,76	3,368 13,30	2,197 4,665	1,535 1,934									
120	2000	33,3						4,960 31,94	3,850 17,16	2,511 5,995	1,754 2,496									
150	2500	41,7							4,812 26,26	3,139 9,216	2,193 3,807									
180	3000	50,0								3,767 13,05	2,632 5,417									
240	4000	66,7									5,023 22,72	3,509 8,926								
300	5000	83,3										4,386 14,42								
Отводы 90°, задвижки			1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	2,0	2,5						
Тройники, обратные клапаны			4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	7,0	8,0	9,0						

### ПОТЕРИ НА ТРЕНИЕ

Потери на трение возникают в водопроводных трубах, коленах, тройниках, клапанах и т.д. Степень потерь на трение зависит от подачи и является постоянной величиной для определенного устройства.

Трубы — это отдельный случай. Здесь потери на трение также зависят от длины и площади поверхности трубы. У каждого изготовителя труб есть собственная таблица потерь на трение в трубе, которую он может предоставить покупателю. Данные по потерям на трение можно получить у изготовителя оборудования. Ниже приведен пример для воды в пластиковых трубах. Общие потери на трение рассчитываются как сумма потерь на трение всех компонентов системы орошения.

Потери на трение зависят от вязкости перекачиваемой среды. В данном руководстве приведены данные по потерям на трение для воды.

### ДАВЛЕНИЕ ПАРА

Вода закипает при 100 °С, однако это верно только при нормальном атмосферном давлении. Если давление становится ниже атмосферного, вода будет закипать при более низких температурах. Так, например, если давление падает до 0,1 бар, вода начнет закипать уже при температуре 45 °С. Чем больше высота над уровнем моря, тем ниже атмосферное давление. Это явление становится главной проблемой при эксплуатации насосов.

См. раздел «Кавитация» в Главе 11.

ТИПЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ	66
КАВИТАЦИЯ	67
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА	68
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ	69
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ	71
ЗАЩИТА ДВИГАТЕЛЯ	72



# 11



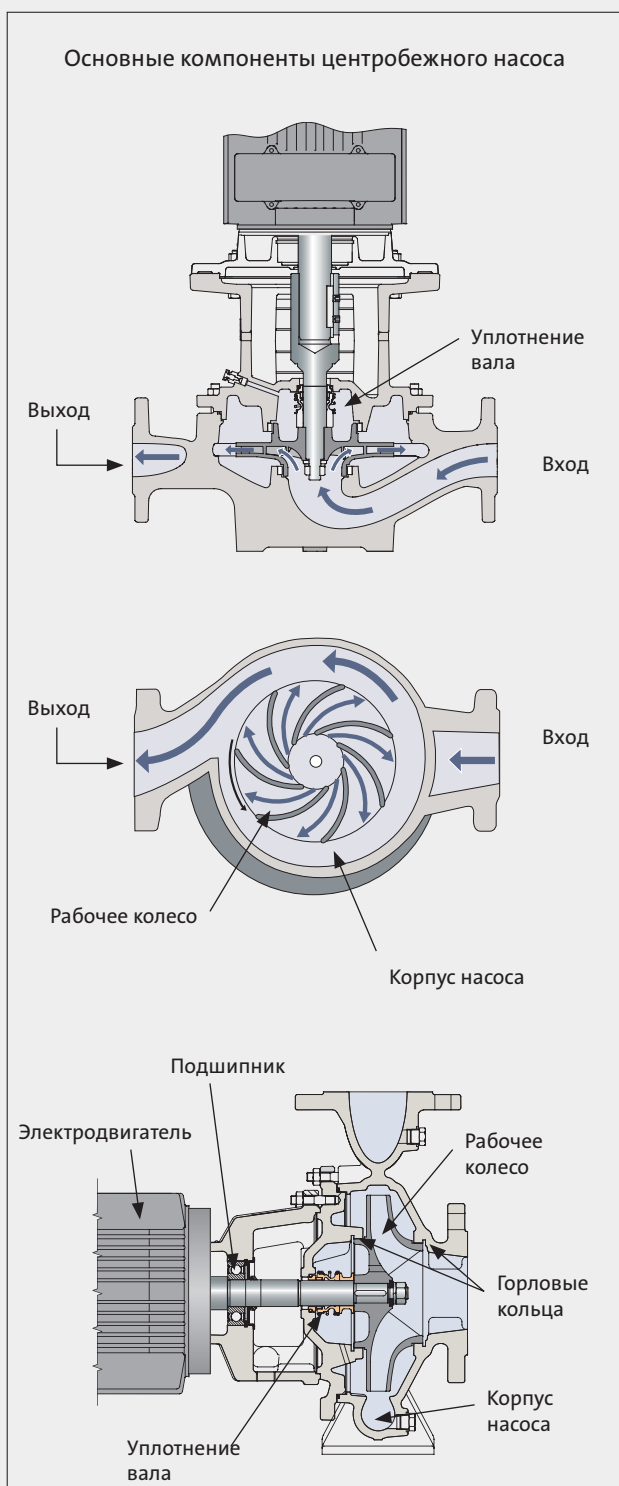
# НАСОСЫ И ДВИГАТЕЛИ

ПОРШНЕВЫЕ НАСОСЫ, ЭЖЕКТОРНЫЕ НАСОСЫ, ШНЕКОВЫЕ НАСОСЫ, ВИХРЕВЫЕ НАСОСЫ И ВИНТОВЫЕ НАСОСЫ КАВИТАЦИОННОГО ТИПА — ЭТО ВСЕ РАЗНЫЕ ТИПЫ НАСОСОВ. ОДНАКО В СИСТЕМАХ ОРОШЕНИЯ В БОЛЬШИНСТВЕ СЛУЧАЕВ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ТОЛЬКО ОДИН ТИП — ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ, О КОТОРЫХ ИДЕТ РЕЧЬ В ЭТОМ РУКОВОДСТВЕ.

# НАСОСЫ И ДВИГАТЕЛИ

## ТИПЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Центробежный насос состоит из двух частей: неподвижной и вращающейся. Вращающаяся часть называется рабочим колесом. Лопатки рабочего колеса приводят воду во вращательное движение, создавая поток.



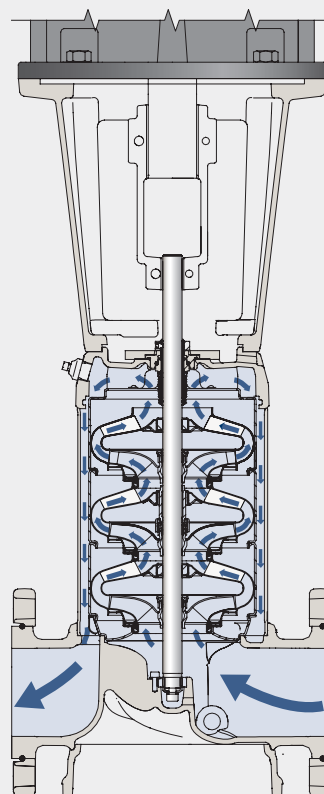
Неподвижная часть называется корпусом насоса или камерой насоса. В камере также установлено несколько лопаток, которые называются направляющими лопатками. Они служат для того, чтобы останавливать вращение воды и преобразовывать энергию вращения в давление.

## • СРАВНЕНИЕ ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ И МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ НАСОСОВ

**Одноступенчатые насосы** оборудованы только одним рабочим колесом и одним корпусом. Давление ограничивается тем уровнем, который может обеспечить конкретный тип рабочего колеса насоса.

**Многоступенчатые насосы** оборудованы несколькими рабочими колесами и корпусами или камерами. Если одноступенчатый насос способен генерировать давление 3 бар, то двухступенчатый насос, на котором установлено рабочее колесо и камера такого же типа, обеспечивает давление 6 бар, а трехступенчатый насос с таким же рабочим колесом и корпусом — 9 бар и т.д.

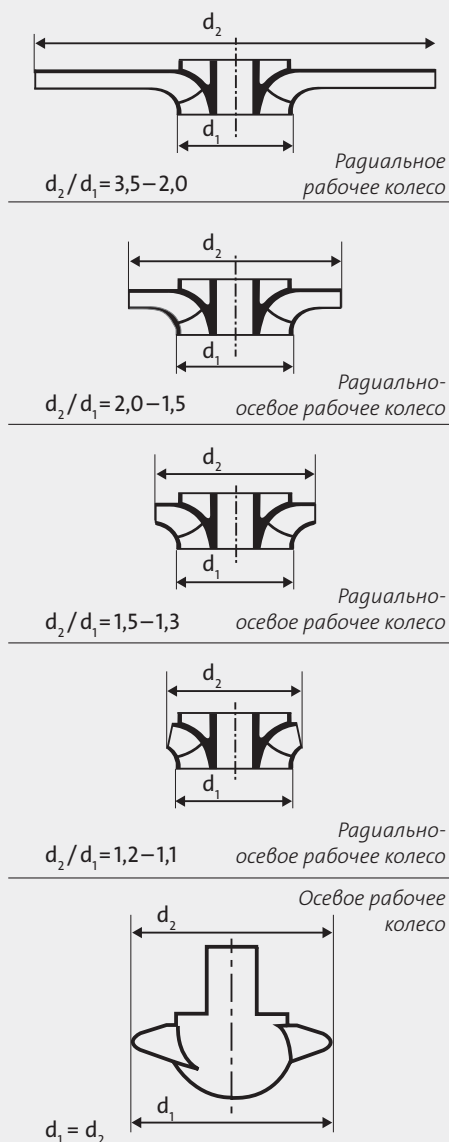
Глубинные погружные насосы — это, как правило, многоступенчатые насосы. Кроме статического давления для забора определенного количества воды, они должны генерировать дополнительное давление для ее подъема из скважины. С этой задачей может чаще всего справиться многоступенчатый насос



Многоступенчатый центробежный насос типа «in-line»

## • РАДИАЛЬНЫЕ, РАДИАЛЬНО-ОСЕВЫЕ И ОСЕВЫЕ НАСОСЫ

Типы рабочих колес для создания разного давления и подачи:



На первом рисунке изображено радиальное рабочее колесо, способное создавать высокое давление. На последнем рисунке показано осевое колесо, которое может обеспечить высокую подачу. На остальных рисунках представлены радиально-осевые рабочие колеса (полуосевые или полурадialные колеса).

## • НАЗЕМНЫЕ НАСОСЫ (С СУХОЙ УСТАНОВКОЙ) И ПОГРУЖНЫЕ НАСОСЫ

Как правило, насос устанавливается в сухом месте. Если насос используется вне помещения, то степень защиты двигателя должна соответствовать установленным требованиям для эксплуатации в таких условиях. Это относится к насосам такого типа, как насосы нормального всасывания, насосы с двухсторонним входом и т.д.

Погружные насосы — это насосы, корпус которых погружается в перекачиваемую среду. Существует два основных типа таких насосов (оба типа подходят для забора воды из скважин):



Электродвигатель для вертикального турбинного насоса.

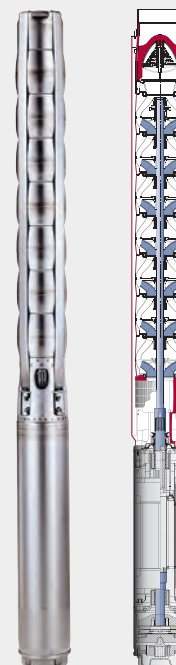
**Вертикальные турбинные насосы (ВТ)** сконструированы таким образом, что корпус насоса погружается в перекачиваемую среду, а электродвигатель, соединенный с корпусом длинным трансмиссионным валом, находится над поверхностью земли.

**Погружные насосы** или **глубинные погружные насосы** оборудованы таким же корпусом, как и вертикальные турбинные насосы, с тем отличием, что двигатель специальной конструкции установлен внизу насоса и рассчитан на работу при высоком давлении с погружением в воду.

## КАВИТАЦИЯ

Кавитация — это явление, которое вызывает кипение воды. Как уже отмечалось выше, если давление ниже 1 атм, то вода может закипать при температурах менее 100 °С. Сопровождаясь громким шумом и вибрацией, кавитация оказывает разрушительное действие на насос.

Вред наносит не само кипение воды, а переход воды из газообразного состояния в жидкое. Лопающиеся в воде пузырьки пара становятся источником шума, а потом и серьезного ударного воздействия, которое становится причиной разрушения насоса, если кавитация сохраняется в течение продолжительного времени.

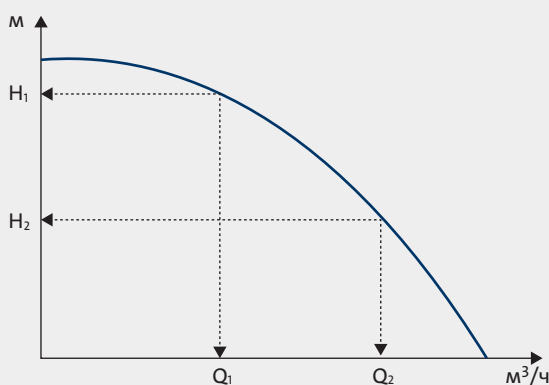


## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА

Для иллюстрации производительности насоса обычно используется несколько кривых рабочей характеристики или таблиц, содержащих основные данные.

### НАПОР

Насос обеспечивает подачу и напор. Отношение между подачей и напором показано ниже на кривой рабочей характеристики насоса.



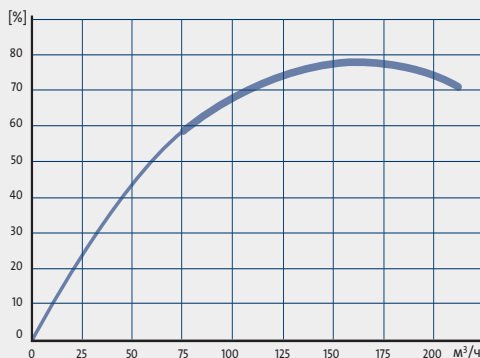
Рабочая точка насоса, как правило, представляет собой фиксированную подачу и напор. По кривой рабочей характеристики можно узнать значения подачи и напора. При определенной подаче  $Q_1$  будет соответствующее давление  $H_1$ , а при подаче  $Q_2$  — давление  $H_2$ . Насос может работать в диапазоне подачи от нуля (макс. напор) до максимального значения (нулевой напор). Тем не менее этих крайних значений необходимо избегать по ряду причин.

### КПД НАСОСА

Под КПД насоса понимается то, насколько эффективно насос преобразует потребленную энергию в гидравлическую. Чем выше КПД насоса, тем ниже энергопотребление.

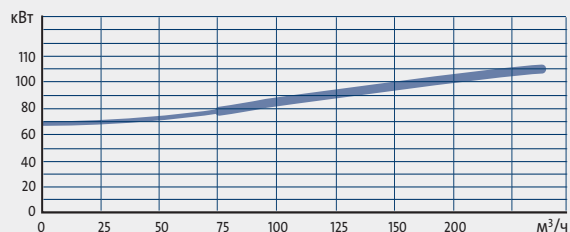
Ниже представлена типичная кривая КПД. Максимальное значение на кривой обычно соответствует рабочей точке насоса. В приведенном ниже примере значение в рабочей точке составляет  $165 \text{ м}^3/\text{ч}$ . При колебании подачи КПД насоса снижается до нуля.

Выходить за пределы границ, отмеченных жирной линией ( $75 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $215 \text{ м}^3/\text{ч}$ ), не рекомендуется.



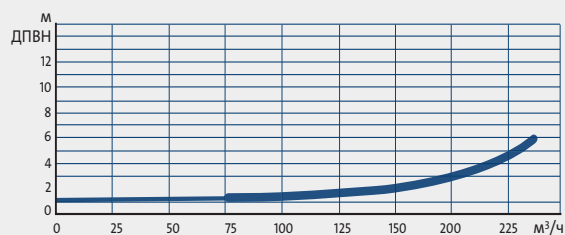
### КРИВЫЕ МОЩНОСТИ

На кривой ниже показана мощность (кВт) и расход. Это требуемая мощность на валу или мощность электродвигателя. Максимальной потребляемой мощностью на кривой ниже является  $105 \text{ кВт}$ , то есть электродвигатель должен обеспечить именно такую мощность на валу. В этом случае минимальная мощность двигателя составляет  $110 \text{ кВт}$ .



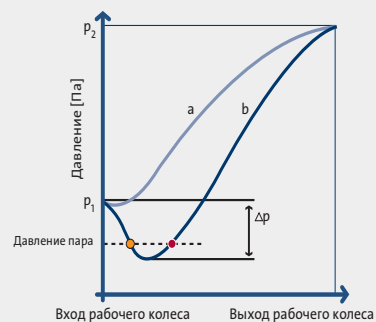
### ДОПУСТИМЫЙ ПОДПОР НА ВХОДЕ В НАСОС, ДПВН (NPSHr)

Допустимый подпор на входе в насос (ДПВН) — это безопасный предел давления на всасывании, при котором кавитация не возникает. Когда вода попадает в рабочее колесо насоса, там чаще всего уже есть вакуум,  $P_1$ .



На выходе из рабочего колеса давление ( $P_2$ ) воды значительно увеличилось. Таков результат действия рабочего колеса. Однако внутри рабочего колеса, между входом и выходом, давление снижается еще больше в зависимости от конструкции насоса.

Как указано выше, в том случае, если самое низкое давление меньше давления пара, возникает кавитация и, как следствие, повреждение насоса. Для компенсации такого эффекта и предотвращения кавитации необходимо повысить давление на входе  $P_1$ .



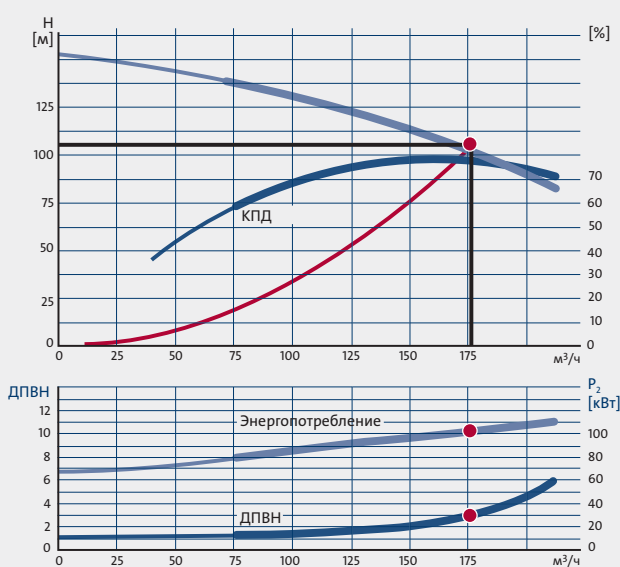
Эту задачу можно решить несколькими способами:

- опустить насос ниже (ближе) к зеркалу воды;
- сократить потери на трение во всасывающей линии;
- уменьшить подачу;
- повысить (поднять) уровень зеркала воды.

### Насос в действии и рабочая характеристика системы

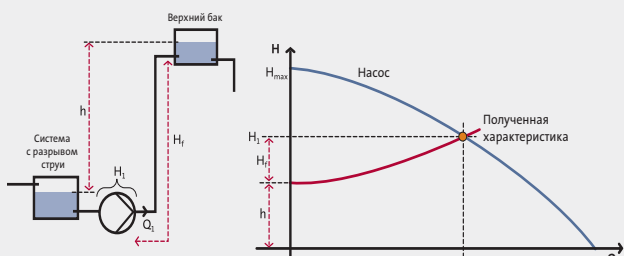
Насос всегда является системы, например системы орошения. Это значит, что обычно есть трубопровод, который входит в насос (впускной или всасывающий патрубок), и трубопровод, который выходит из насоса (выпускной или напорный патрубок). В патрубках возникают потери на трение, а трубопровод зачастую включает такие элементы, как колена, тройники, клапаны, фильтры и т.д., которые еще больше усиливают трение с потоком воды. В результате получаются потери на трение в квадрате.

Каждая насосная система или система орошения обладает уникальной рабочей характеристикой, которая не меняется, пока трение остается постоянным (например, установка клапана приводит к повышению или уменьшению подачи). На рисунке ниже показаны стандартные рабочие характеристики насоса (синие) и рабочая характеристика системы (красная).



Рабочая характеристика системы по определению начинается с нуля и проходит через рабочую точку насоса на кривой рабочей характеристики насоса. Она позволяет проанализировать последствия наших попыток отрегулировать производительность насоса.

Указанное выше определение будет другим при наличии гидростатического напора, как показано ниже.



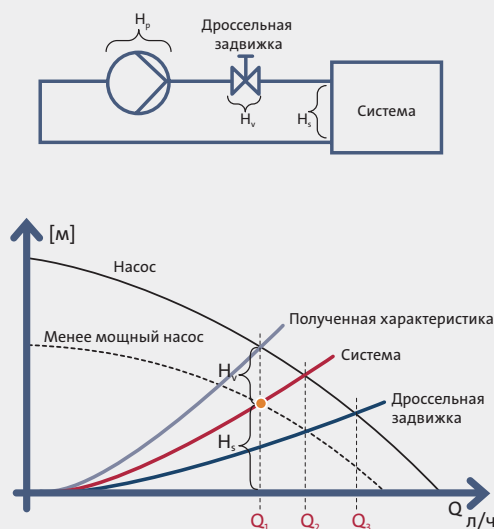
В таком случае нулевая точка характеристики сети находится на оси Y при напоре H, который является гидростатическим напором воды. Такое всегда происходит при использовании глубинных погружных насосов или турбинных насосов.

### РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Производительность насоса можно регулировать несколькими способами. Если речь идет о центробежных насосах, то чаще всего эта задача решается путем регулирования с помощью дроссельной задвижки, параллельного подключения, последовательного подключения, регулирования с помощью байпасного клапана, изменения диаметра рабочего колеса, замены рабочего колеса и изменения скорости. Перечисленные решения подходят не во всех ситуациях, как будет указано ниже.

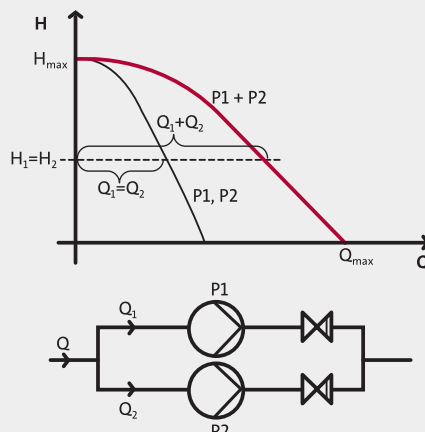
#### Регулирование с помощью дроссельной задвижки

- При использовании дроссельной задвижки в насосной системе увеличивается трение и повышается рабочая характеристика системы. Энергопотребление, как правило, не меняется, однако подача снижается.
- Такой способ регулирования производительности сопряжен с напрасным расходом энергии. Аналогичные показатели можно было бы достигнуть, установив менее мощный насос.



#### Параллельное подключение двух насосов

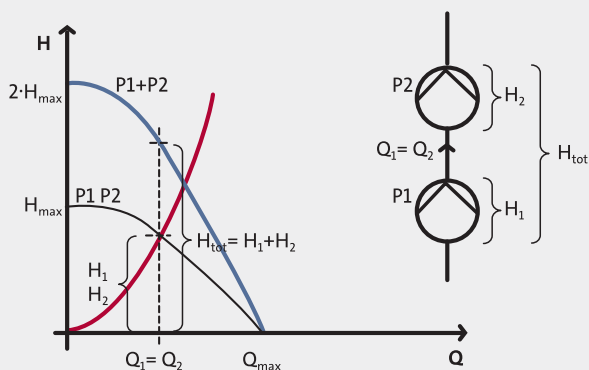
На кривой ниже представлены характеристики двух параллельно подключенных насосов одинакового типоразмера. Общий напор будет таким же, как при использовании одного насоса, тогда как при нулевом напоре подача увеличивается в два раза. Регулирование осуществляется путем отключения или включения одного или двух насосов.



Это решение хорошо подходит для системы орошения, разделенной на несколько зон, полив которых происходит в разное время.

### Последовательное подключение двух насосов

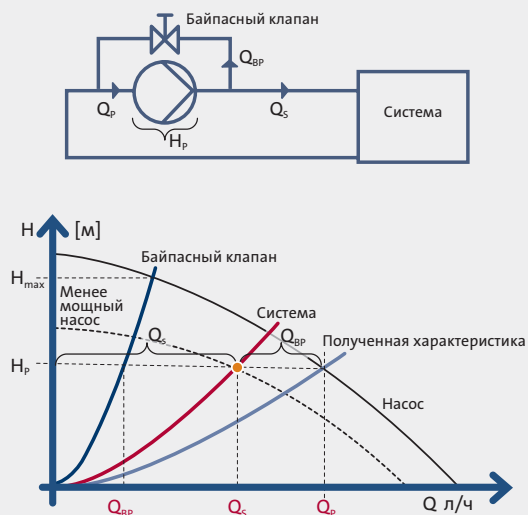
На кривой ниже представлены характеристики двух последовательно подключенных насосов одинакового типоразмера. Общий напор будет таким же, как при использовании одного насоса, тогда как при нулевой подаче давление увеличивается в два раза.



Два последовательно подключенных насоса работают как двухступенчатый насос. Каждая ступень в определенной степени увеличивает общий показатель, благодаря чему можно достигнуть очень высокого давления. Хорошим примером являются глубокие погружные или турбинные насосы, которые всегда являются многоступенчатыми.

### Регулирование с помощью байпасного клапана

Использование байпасного клапана позволяет ослабить сопротивление в системе, снижая ее рабочие характеристики, и обеспечивает определенный минимальный поток через насос.



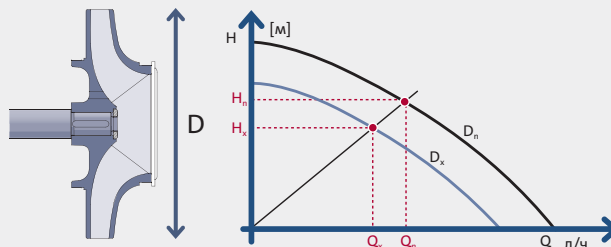
Уровень энергопотребления, как правило, остается прежним, но ввиду рециркуляции некоторого количества воды общий КПД системы снижается.

### Изменение диаметра рабочего колеса

Если давление или подача превышает необходимый уровень, диаметр рабочего колеса насоса можно уменьшить без каких-либо существенных последствий. Для этого выполняется довольно дорогостоящая механическая обработка колеса. При уменьшении диаметра происходят следующие изменения в подаче, напоре и мощности:

$$\frac{Q_n}{Q_x} = \left(\frac{D_n}{D_x}\right)^2 \quad \frac{P_n}{P_x} = \left(\frac{D_n}{D_x}\right)^4$$

$$\frac{H_n}{H_x} = \left(\frac{D_n}{D_x}\right)^2 \quad \frac{\eta_n}{\eta_x} = 1$$



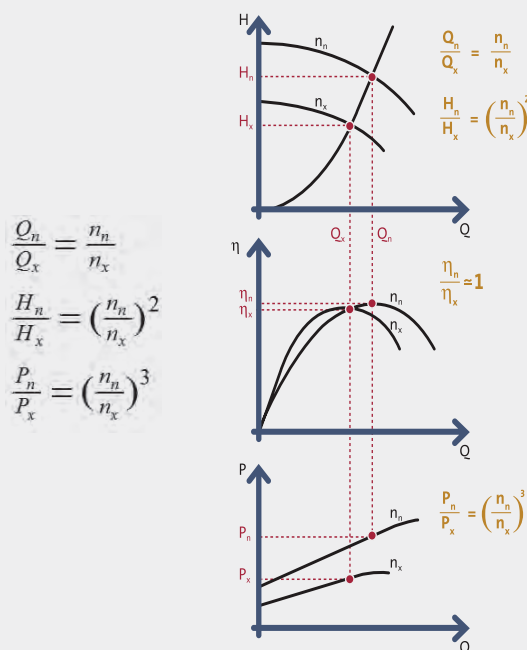
На графике справа показано изменение подачи и напора.

### Замена рабочего колеса

Вместо обтачивания рабочего колеса некоторые изготовители насосов предлагают рабочие колеса меньшего диаметра для снижения напора полноразмерного колеса. Обеспечивая работу насоса в более низкой рабочей точке, такие рабочие колеса совместимы с остальными компонентами насоса.

### Регулирование скорости

Изменение скорости насоса (об/мин) — это самый эффективный способ регулирования производительности насоса. Изменение скорости влечет за собой следующие изменения параметров:

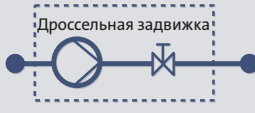
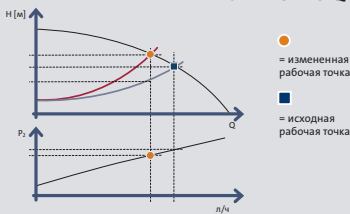
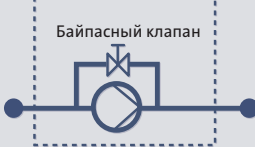
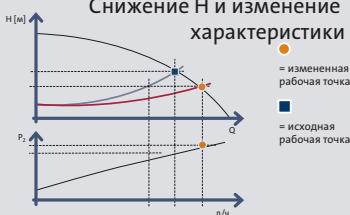
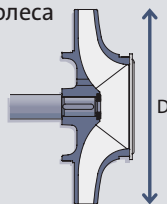
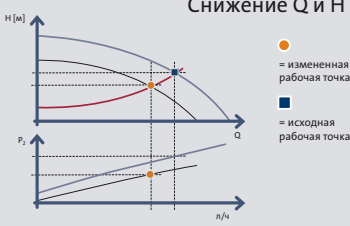
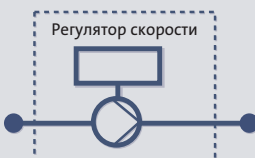
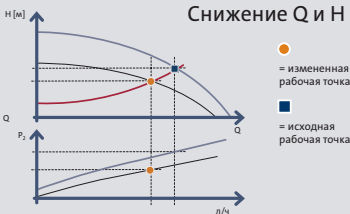


Частотно-регулируемые электроприводы приобретают все большую популярность как эффективный инструмент для изменения скорости работы насоса и, следовательно, его производительности. Одним из главных преимуществ такого решения является сохранение более или менее стабильного КПД на всем диапазоне производительности. Это дает значительную экономию за счет снижения скорости.



### Сравнение регулирования производительности

На приведенной ниже диаграмме показаны основные различия между подходами к регулированию производительности насосов.

Способ	Возможность непрерывного регулирования?	Полученная рабочая характеристика	Общий КПД насосной системы	Относительное энергопотребление при уменьшении подачи на 20 %
<p>Регулирование с помощью дроссельной задвижки</p> 	Да	<p>Снижение Q</p> 	Значительное снижение	94%
<p>Регулирование с помощью байпасного клапана</p> 	Да	<p>Снижение H и изменение характеристики</p> 	Значительное снижение	110%
<p>Изменение диаметра рабочего колеса</p> 	Нет	<p>Снижение Q и H</p> 	Небольшое изменение	67%
<p>Регулировка скорости</p> 	Да	<p>Снижение Q и H</p> 	Небольшое изменение	65%

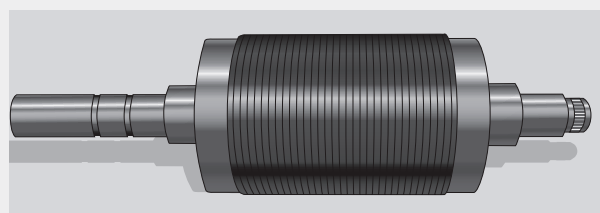
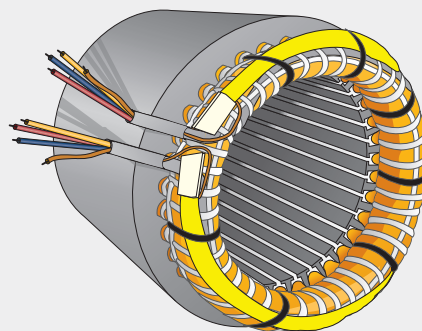
### ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Электродвигатель служит для преобразования электрической энергии в механическую.

#### Компоненты двигателя

Электродвигатель состоит из неподвижной части (статора) и вращающейся части (ротора). Статор изготовлен из лакированных стальных пластин с пазами по внутреннему диаметру, в которые вставляется медная проволока. Ротор также выполнен из лакированных стальных пластин с пазами или отверстиями по наружному диаметру, в которые вставляются медные или алюминиевые стержни.

Электромагнитное поле, индуцируемое в статоре, заставляет ротор вращаться.



## Мощность и КПД

Электродвигатели преобразуют электрическую энергию в механическую энергию, которая приводит в движение насос.

$P_1$  — энергия, потребляемая двигателем. Это значение, которое можно считать с прибора, является тем объемом энергии, за который вы платите энергетической компании.

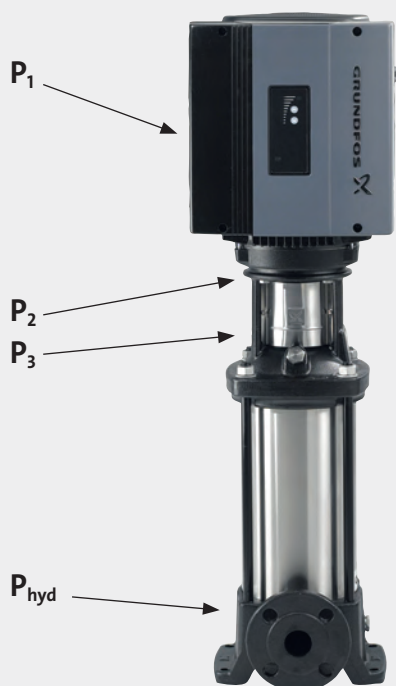
$P_2$  — энергия на валу двигателя. Это значение всегда ниже  $P_1$  из-за некоторых потерь электроэнергии в обмотках и потерь на механическое трение.  $P_2$  также означает мощность двигателя. Вопрос «Какая мощность у вашего двигателя?» подразумевает величину  $P_2$ .

Отношение между  $P_2$  и  $P_1$  это КПД электродвигателя  $\frac{P_2}{P_1} \times 100\%$ , где  $P_1$  и  $P_2$  выражены в Вт, кВт или л.с.

Если мощность двигателя указана в л.с., то КПД двигателя можно рассчитать по следующей формуле:  $\frac{P_2 \times 0,746}{P_1} \times 100\%$ .  $P_2$  выражено в л.с., а  $P_1$  — в кВт.

$P_3$  — это мощность на валу, которая приводит в движение насос и, как правило, равна  $P_2$ . Однако если конструкцией насоса предусмотрен длинный вал (например, у вертикальных турбинных насосов), то трение в подшипнике длинного вала может быть очень сильным, поэтому  $P_3$  ниже, чем  $P_2$ .

$P_{\text{hyd}}$  или  $P_4$  — это гидравлическая энергия, которая выходит из насоса как продукт напора и подачи.



## ЗАЩИТА ДВИГАТЕЛЯ

Чтобы исключить неожиданные поломки, дорогостоящий ремонт и последующий убыток в результате простоя двигателя, он должен быть оснащен защитным устройством.



Для внешней защиты всей установки от коротких замыканий обычно применяются такие наружные защитные устройства, как плавкие предохранители различного типа или реле короткого замыкания. Использование таких защитных устройств является обязательным требованием, закрепленным в законодательстве и правилах техники безопасности.

Установка внешней защиты от перегрузки определенного оборудования обеспечивает защиту двигателя насоса от перегрузки и связанного с такой ситуацией ущерба и выхода двигателя из строя. Защитные устройства такого типа срабатывают на ток.

Встроенная система защиты электродвигателя вместе с защитой от перегрева помогают предотвратить ущерб и поломку двигателя. Для встроенного защитного устройства требуется наружный выключатель, а для отдельных систем защиты электродвигателя необходимо даже реле перегрузки.

### Необходимая защита

С качеством потребляемой электроэнергии могут возникать такие проблемы, как повышенное и пониженное напряжение, дисбаланс напряжений/токов и колебания частоты.

Отказы установки, источника питания и электродвигателя, которые безусловно необходимо предотвращать, обычно являются результатом медленного или быстрого повышения температуры в обмотках двигателя.

Возможные причины медленного повышения температуры:

- недостаточное охлаждение;
- высокая температура окружающего воздуха;
- большая высота над уровнем моря;
- высокая температура жидкости;
- повышенная вязкость перекачиваемой среды;
- частые запуски;
- повышенный момент инерции нагрузки (нетипично для насосов).

Возможные причины быстрого повышения температуры (нагрев от температуры окружающего воздуха до аварийной температуры менее чем за одну минуту):

- заклинивание ротора;
- обрыв фазы.

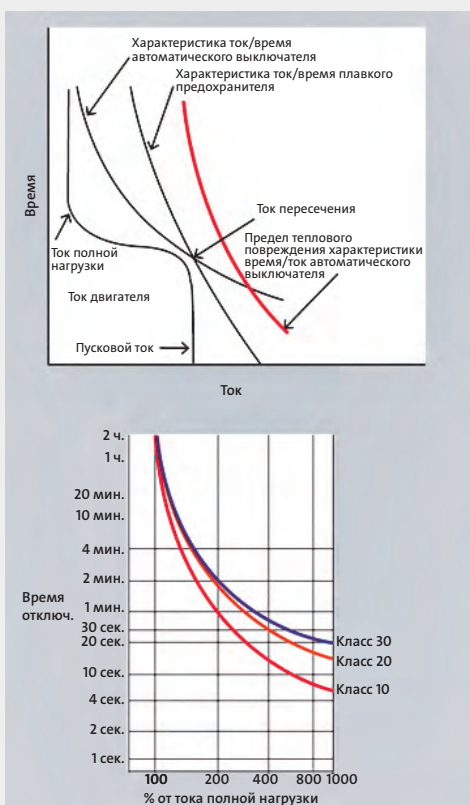
**Плавкие предохранители и автоматические выключатели**

**Плавкие предохранители:**

- Плавкие предохранители защищают установку от повреждений или возгорания в результате короткого замыкания.
- Важно, чтобы предохранитель отключил установку, до того как короткое замыкание приведет к перегреву остальных компонентов установки.

**Автоматические выключатели:**

- Данное устройство обеспечивает безопасную работу двигателя при временной перегрузке без необходимости прерывания цепи, т.е. запуска двигателя.
- Срабатывает и размыкает цепь двигателя в случае превышения установленного порога по току, которое может привести к повреждению двигателя. Сброс выключателя после нормализации ситуации производится автоматически или вручную.



**Специальные защитные устройства насоса**

Система защиты электродвигателя обеспечивает контроль за работой двигателя и его защиту. На рисунке ниже представлено специальное защитное устройство насоса Grundfos MP204 с указанными выше функциями мониторинга и защиты.

Данные мониторинга могут передаваться в центральный шкаф управления для управления насосом. Данное устройство подходит для любого электродвигателя переменного тока до 999 А или примерно 560 кВт в зависимости от напряжения.



Мониторинг	Сопrotивление изоляции
	Температура электродвигателя, включая датчики PT и PTC
	Измерение силы тока True RMS
	Дисбаланс токов
	Измерение напряжения True RMS
	Потребляемая мощность
	Порядок чередования фаз
	Гармоническое искажение
	Коэффициент мощности
	Пусковой и рабочий конденсатор (однофазная работа)
Защита	Часы работы с момента сброса и суммарное значение
	Количество пусков с момента сброса и суммарное значение
	Энергопотребление (кВт) с момента сброса и суммарное значение
	Нагрев
	Перегрузка/сухой ход
	Перенапряжение
	Пониженное напряжение
Дисбаланс/обрыв фаз	
Перегрузка	
Отказ конденсаторов	



# 12

# 12

# ПОДБОР НАСОСА

ПОДБОР НАСОСА ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ПОИСКЕ НАСОСА С МАКСИМАЛЬНЫМ КПД, ПОДХОДЯЩЕГО ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЗАДАННЫХ УСЛОВИЯХ И ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ. ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ ОБ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕОБХОДИМО РАССЧИТАТЬ:

1. ТРЕБУЕМУЮ ПОДАЧУ НАСОСА.
2. ВЕЛИЧИНУ ДАВЛЕНИЯ, ГЕНЕРИРУЕМОГО НАСОСОМ.

# ПОДБОР НАСОСА

Поставщик насоса обычно выбирает насос с максимальным КПД для конкретных условий эксплуатации. Чтобы определить, насколько рабочие условия стабильны, необходимо выполнить ряд следующих расчетов:

## 1. Расчет требуемой подачи насоса

Этот расчет выполняется, чтобы определить количество воды, перекачиваемой в часы пиковой нагрузки. Для этого нужно знать площадь поля и требуемое количество поливной воды (мм). Полученное значение необходимо перевести в кубические метры в час ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ). Это будет минимальный типоразмер насоса.

Например, мы хотим вырастить сахарную кукурузу на поле 20 га. Источником поливной воды является скважина. Для решения этой задачи мы можем выбрать насос с максимальным КПД  $106 \text{ м}^3/\text{ч}$  (см. расчет ниже), но тогда он должен будет перекачивать воду 24 часа в сутки.

Если принимать в расчет простой системы, ночной и дневной тарифы на электроэнергию, то выбор будет сделан в пользу более мощного насоса. В этом случае его время работы составит от 12 до 18 часов в сутки.

Если мы хотим, чтобы насос работал 12 часов в сутки, то он должен быть способным перекачивать двойной объем воды:  $212 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Погружной насос Grundfos SP215 может обеспечить подачу  $212 \text{ м}^3/\text{ч}$  (это уже близко к максимальному КПД), поэтому мы выбираем этот насос (см. кривую ниже).

### Расчет:

Эвапотранспирация (ETP) на участке сахарной кукурузы составляет 11,4 мм в сутки.

Коэффициент культуры  $K_c = 1$

Потери воды и количество воды, поглощенное растениями:  $\text{ETP} \times K_c$  — в данном случае  $11,4 \times 1 = 11,4 \text{ мм/день}$ .

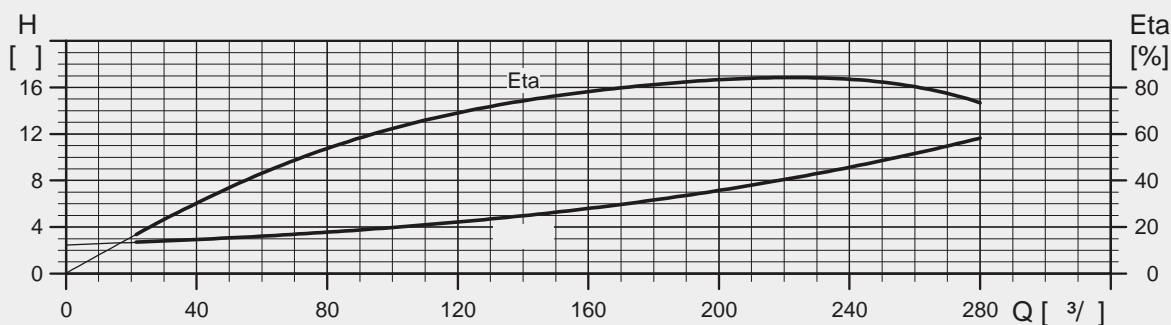
Предположим, что эффективность полива составляет 90 %.

Требуемое количество в день будет немного выше:  $\frac{11,4}{90} \times 100 = 12,7 \text{ мм/день}$ .

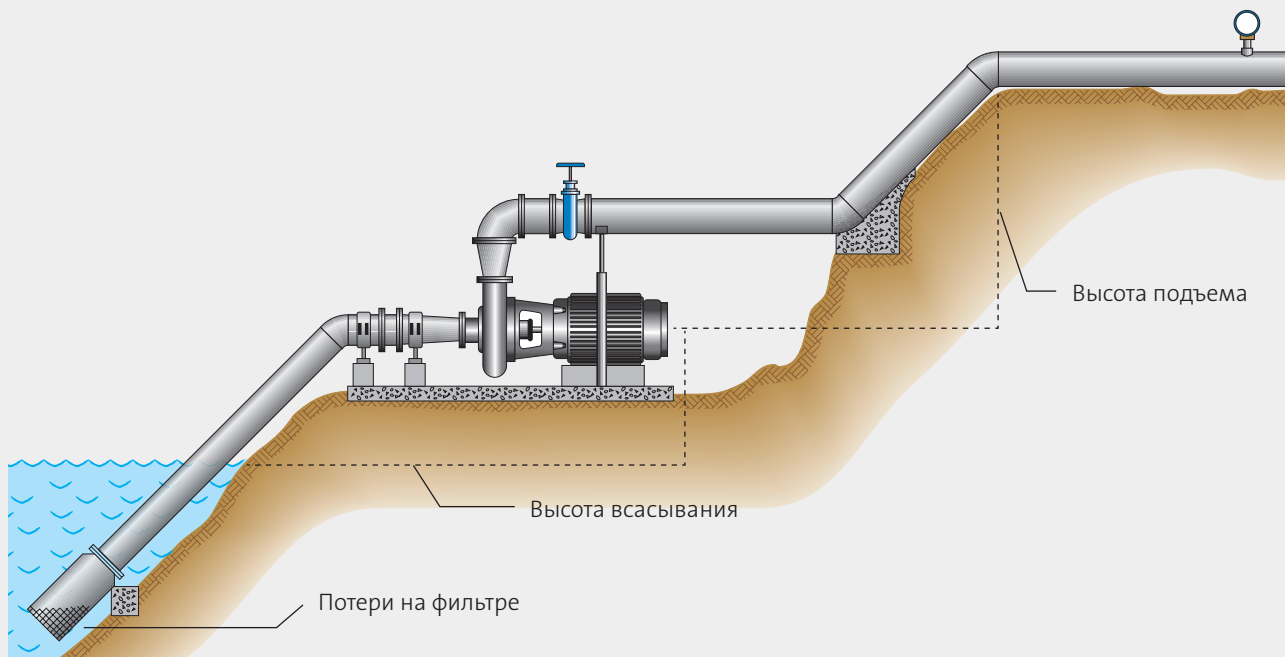
$1 \text{ га} = 10\,000 \text{ м}^2$ .

Таким образом, на один гектар необходимо  $10\,000 \times 0,0127 \text{ м}^3 = 127 \text{ м}^3/\text{день}$ , а для поля площадью 20 га —  $20 \times 127 \text{ м}^3 = 2\,540 \text{ м}^3/\text{день}$ .

Это равнозначно  $106 \text{ м}^3/\text{ч}$ .



Кривые КПД и ДПВН для погружного насоса Grundfos 1100S. На фирменной табличке насоса обычно указана подача при максимальном КПД. Так же на фирменной табличке указывается давление которое может развить насос, для скважинных насосов дополнительно указывается количество рабочих колес.



## 2. Расчет величины давления, генерируемого насосом

Оросительный насос должен обеспечить требуемое давление с учетом следующих четырех факторов:

- Давление, необходимое для устройств системы орошения (разбрызгиватели, распылительные головки, капельницы и т.д.)
- Потери на трение в трубопроводе, трубах, фильтрах, клапанах, коленах, тройниках и т.д.
- Высота подъема
- Высота всасывания

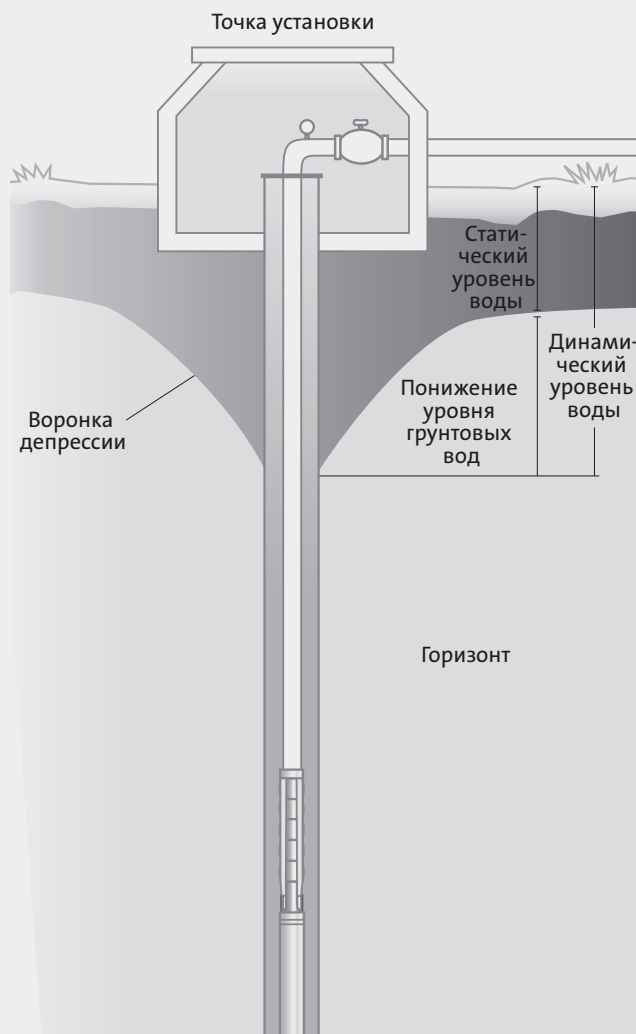
Еще одним фактором, который необходимо принять во внимание при установке глубинного насоса (погружного или вертикального турбинного типа), является понижение статического уровня воды, который определяется как глубина воды в период, когда откачка воды из скважины насосом не происходит.

Как только насос включается, уровень воды начинает снижаться. Это происходит до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие, при котором потери на трение в водоносном слое и фильтре обсадной трубы (измеритель трения) не станут равными величине понижения уровня воды (измеритель напора). Динамический уровень воды определяется как перепад уровня во время работы насоса в режиме рабочей мощности.

При расчете полного напора насоса для грунтовых вод необходимо учитывать два отличия от наземного насоса:

1. Отсутствие высоты всасывания
2. К величине высоты подъема необходимо добавить величину понижения водоносного слоя (динамический уровень)

Остальные компоненты для расчета остаются без изменений.

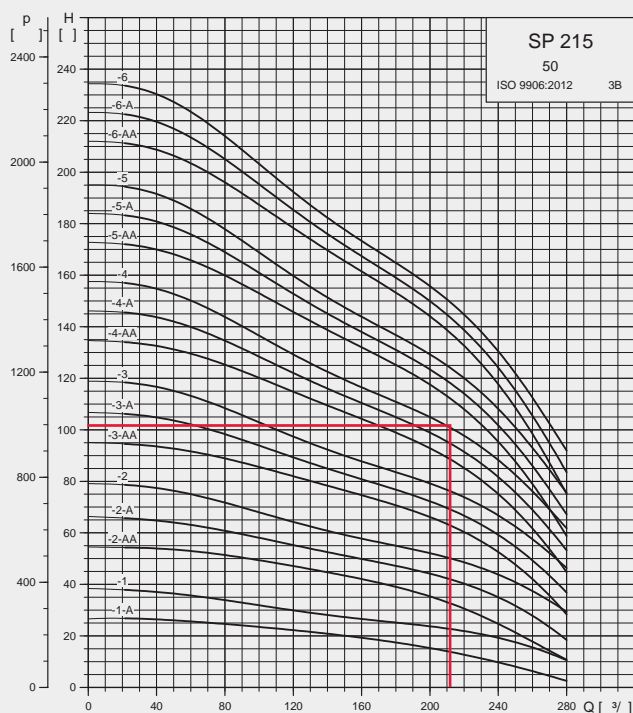


Давайте вернемся к расчетам и определим напор, который должен обеспечивать насос. Предположим, что:

- для поливного устройства требуется давление 0,5 бар или напор 5 м;
- потери на трение в трубах, коленах, клапанах и тройниках согласно расчетам составляют 2,5 бар или 25 м;
- высота подъема составляет только 20 м;
- статичный уровень воды равен 50 м (это соответствует высоте всасывания наземного насоса);
- величина понижения водоносного слоя в скважине составляет 3 м;
- полный напор насоса должен быть равен  $5 + 25 + 20 + 50 + 3 = 103$  м.

Мы уже рассчитали величину подачи и установили, что погружной насос Grundfos SP215 соответствует этому требованию. Рабочая характеристика насоса свидетельствует о том, что 4-ступенчатый насос способен обеспечить напор 103 м.

На представленном ниже графике рабочей характеристики видно, что 4-ступенчатый насос обеспечит требуемую подачу и напор. Это погружной насос SP215–4 (4 ступени или камеры) с электродвигателем мощностью 75 кВт.



В данном примере требуемый показатель производительности находился прямо на одной из кривых. Предположим, что требуемый напор составляет всего 100 м. В этом случае ни одна из кривых не проходит через рабочую точку, которая находится между двух кривых.

Решением будет выбрать одну из двух кривых: если выбрать верхнюю кривую, то у насоса остается небольшой резерв, а если выбрать нижнюю, то насос будет работать в предельном режиме в течение более длительного времени. Как видно по кривой КПД, в обоих случаях практического влияния на производительность и КПД не будет.

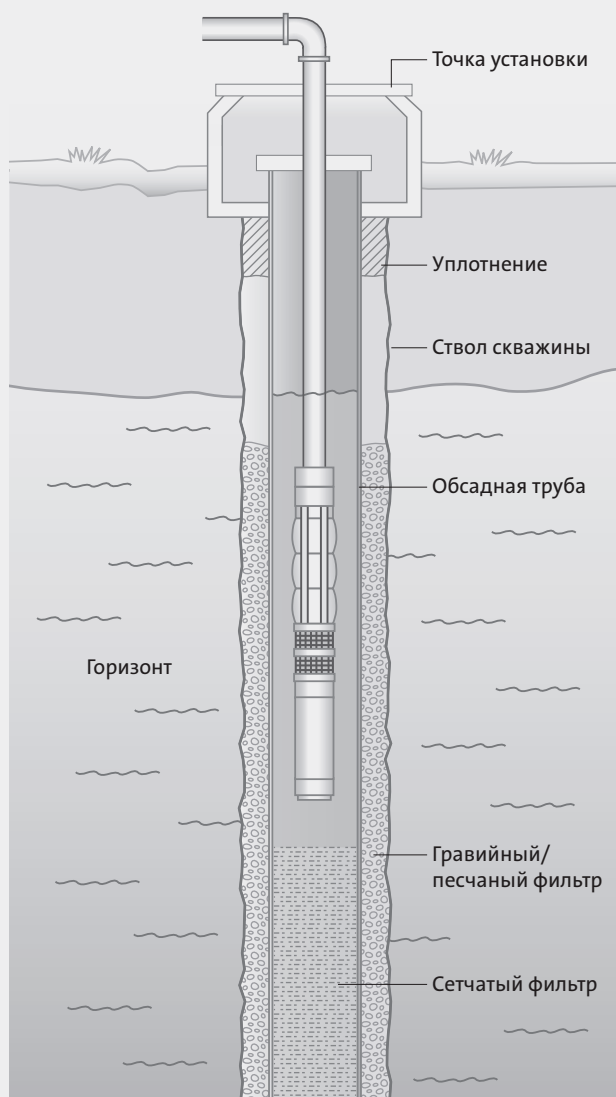
## ВОДОЗАБОРНЫЕ СКВАЖИНЫ

Скважина — это канал от поверхности земли до подземного водоносного горизонта, в котором находятся грунтовые воды. Глубина скважины составляет от нескольких метров до нескольких сотен метров.

Скважины обычно выполняются при помощи специального бурового оборудования, которое может проникать в различные слои почвы, такие как песок, глина, коренная порода и т.д. Внутри пробуренной скважины обычно устанавливается обсадная труба, которая не дает стенам скважины обрушиться.

Под обсадной трубой на уровне водоносного горизонта находится еще одна труба с мелкими отверстиями. Это скважинный фильтр, через отверстия которого вода попадает в скважину. Он удерживает песок и крупные частицы, которые стремятся попасть в скважину.

Для повышения качества фильтрации диаметр ствола скважины должен быть больше обсадной трубы на 2–3 дюйма. Между обсадной трубой и водоносным слоем помещается песчаный/гравийный фильтр. Некоторые обсадные трубы изготавливаются уже с гравийными фильтрами. Если все сделано правильно, такой фильтр предотвращает попадание песка и ила в скважину.





Агентство по охране окружающей среды и Национальная ассоциация грунтовых вод США рекомендуют следующие пределы содержания песка в воде скважины:

- 1 часть/миллион для систем капельного полива и микроорошения;
- 10 частей/миллион для систем дождевания;
- 15 частей/миллион для систем поверхностного полива.

Перед вводом скважины в эксплуатацию ее необходимо освоить. В самом начале в воде новой скважины сначала будет присутствовать небольшое количество песка и ила. Процесс освоения скважины предполагает очистку новой скважины от песка и ила. Для этого вода откачивается с очень высокой подачей, за счет чего мелкие частицы, содержащиеся в водоносном слое, засасываются в фильтр скважины. Этот процесс со временем делает фильтр более эффективным. Спустя примерно один день откачки скважина становится чистой и готова к нормальной работе.

Насос, используемый для освоения скважины, относительно быстро изнашивается из-за высокого содержания песка в перекачиваемой воде, поэтому после очистки скважины от песка нужно установить новый насос.

Погружной насос всегда устанавливают выше фильтра обсадной трубы. Таким образом гарантируется прохождение воды вокруг двигателя для его охлаждения. Если насос не удается установить выше сетчатого фильтра, рекомендуется использовать кожух охлаждения для создания необходимого потока вдоль двигателя для надлежащего охлаждения.

Величину понижения уровня воды для каждой конкретной скважины можно определить опытным путем с помощью насоса для испытаний, у которого подача идентична подаче рабочего насоса. Насос для испытаний помещается в скважину и запускается. В протоколе фиксируется уровень грунтовых вод. Точка равновесия достигается тогда, когда уровень воды становится постоянным. Это динамический уровень воды. Величина понижения — это разница между статичным и динамичным уровнями воды.

Вся вода, производимая скважиной, проталкивается через водоносный горизонт и фильтр скважины за счет разности давлений между статичным и динамичным уровнями воды. Чем выше подача, тем больше величина понижения. По этой причине — учитывая эксплуатационные расходы — лучше всего использовать два или больше небольших насосов (и скважин) вместо одного большого. При использовании небольших насосов величина понижения водоносного слоя ограничена, а высота подъема уменьшается.

Сопротивление некоторых водоносных слоев настолько высоко, что одной скважины не хватает для получения требуемого количества поливной воды. Единственным выходом будет обустройство второй и третьей скважины.





# 13

# TEB

# ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА

ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО КПД НАСОСА  
НАСТОЯТЕЛЬНО РЕКОМЕНДУЕТСЯ КОНТРОЛИРОВАТЬ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА. НА ОСНОВЕ ЭТИХ  
ДАННЫХ МОЖНО РАССЧИТАТЬ КПД НАСОСА.

# ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА

Поддерживать требуемую производительность насоса достаточно просто. Для этого нужно контролировать всего лишь три параметра:

1. подачу;
2. давление;
3. потребляемую энергию.

На основе этих трех значений можно рассчитать КПД насоса:

$$\text{КПД насоса } \eta = \frac{H \times Q}{367 \times P_1}$$

где

- $H$  — напор насоса в метрах (м);
- $Q$  — подача в кубических метрах в час ( $\text{м}^3/\text{ч}$ );
- $P_1$  — энергия, потребляемая двигателем, в киловаттах (кВт).

Учтите, что указанная выше формула используется для расчета КПД двигателя и на стороне насоса как общего значения. Это значение нельзя сверить с данными технической литературы о насосах, потому что там указывается КПД только насосов.

При проверке давления не забудьте прибавить высоту подъема и потери на трение в нагнетательном патрубке к показаниям датчика, если манометр не установлен прямо на указанном патрубке. Это нужно всегда делать при использовании глубинного насоса.

Если зафиксировать значения этих параметров сразу после установки насоса, то их можно проверять через определенные интервалы времени или, еще лучше, отслеживать по сети с помощью специального оборудования, которое можно настроить таким образом, чтобы оно оповещало оператора о любых изменениях параметров или превышении заданного предельного значения.

Отклонения от заданных условий, как правило, происходят по трем причинам:

## 1) Изменение условий эксплуатации насоса

Например, из-за резкого снижения уровня воды в скважине насосу приходится обеспечивать более высокий напор; рабочая точка фактически сместилась влево на кривой рабочей характеристики насоса. Вероятно, дроссельный клапан стал больше или меньше перекрывать поток. По возможности, необходимо восстановить первоначальные условия. Если это не удается, нужно рассмотреть вариант установки другого насоса.

## 2) Изменение количества требуемой поливной воды или необходимого давления

Если поливаемая площадь поля увеличилась или, наоборот, уменьшилась, либо если требуемая величина подачи значительно изменилась, нужно подумать о замене насоса. То же

самое применимо к ситуации, когда количество требуемой поливной воды в системе орошения уменьшилось.

## 3) КПД насоса снижается и требуется ремонт или замена насоса

Потеря КПД насоса обычно происходит по следующим причинам:

### • Кавитация

Более подробная информация о кавитации представлена в Главе 11.

### • Гидроудар

Эта проблема возникает в результате слишком быстрого закрытия клапана во время подачи воды по трубопроводу. Чем длиннее труба, тем хуже последствия. Гидроудар происходит из-за того, что воду нельзя сжать. Это как длинный железнодорожный состав, который может остановиться не сразу. Если попытаться остановить его моментально, то он разрушится сам и уничтожит все, чем пытаются его остановить.

Гидроудар сопровождается громким шумом, как будто кто-то стучит молотком по трубе. Гидроудар способен разрушить насос, трубы, клапаны и другие компоненты системы.

Средством против гидроудара является гидробак или гидроаккумулятор, установленный в системе. Воздух способен сжиматься, поглощая энергию текущей воды. Другим способом профилактики гидроудара является плавный пуск и останов насоса. Установка частотно-регулируемого электропривода обеспечит плавный пуск насоса и, вероятно, плавный останов. Такой электропривод хорошо подходит для общего регулирования производительности насоса, поэтому мы рекомендуем использовать именно его для профилактики гидроудара.

### • Износ из-за песка и других абразивных примесей в воде

Песок с течением времени может полностью вывести насос из строя. Уже с самого начала становится заметна потеря КПД. Если скважина обустроена правильно, то в нее не будет попадать большое количество песка. Но в некоторых случаях при обустройстве скважины допускаются ошибки, и на протяжении всего периода ее эксплуатации в воде будет песок. Тогда единственным выходом будет установка надежного фильтра на впуске насоса, который предотвратит попадание в насос песка.

- **Питание ненадлежащего качества**

Электропитание ненадлежащего качества может стать причиной выхода электродвигателя из строя.

- избыточное или недостаточное напряжение более  $\pm 5\%$ ;
- дисбаланс фаз с отклонением фазового напряжения свыше  $3\%$ ;
- скачки напряжения при запуске или останове другого оборудования и, в частности, при ударе молнии.

Для решения указанных выше проблем Grundfos предлагает специальное устройство защиты от перегрузки.

- **Высокие температуры**

Причиной сильного нагрева может быть слишком высокая температура окружающего воздуха или недостаточное охлаждение. Значение максимальной температуры окружающей среды, как правило, указывается на фирменной табличке электродвигателя. Убедитесь, что установленное значение не превышено и вырабатываемое тепло беспрепятственно отводится из двигателя.

Двигатели погружных насосов охлаждаются перекачиваемой водой, а при низкой скорости забора воды происходит ее постепенный нагрев, и максимально допустимая температура для данного двигателя может быть превышена.

В некоторых электродвигателях установлены встроенные датчики температуры, которые отключают двигатель в случае превышения заданной температуры. Для других требуется отдельный сигнальный провод для передачи сигнала температуры на устройства защиты от перегрева. Электродвигатели погружных насосов Grundfos оборудованы встроенным датчиком температуры, для которого не требуется подключать дополнительных проводов для передачи сигналов на наземное защитное устройство. Это значительно упрощает процесс монтажа.

Более подробная информация представлена в Главе 11.

- **Общая перегрузка**

Общая перегрузка насоса и двигателя приводит к повышению температуры в двигателе и, в конечном итоге, к его выходу из строя. Поэтому очень важно использовать надежное устройство для защиты от перегрузки, например MP204 (см. Главу 10). Такое устройство защищает насос от любых отклонений, включая перегрузку.



ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР	86
ОБЗОР МОДЕЛЬНОГО РЯДА	87



# 14



# ОБЗОР НАСОСОВ

GRUNDFOS ПРЕДЛАГАЕТ НАСОСЫ ДЛЯ ЗАБОРА ВОДЫ ИЗ ЛЮБЫХ ИСТОЧНИКОВ, ДОЗИРОВАНИЯ И ДЕЗИНФЕКЦИИ, А ТАКЖЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА, РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В УДАЛЕННОМ РЕЖИМЕ.

## Технический обзор:

<b>SP</b>	<b>Погружные насосы</b> Подача, Q: макс. 460 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: макс. 650 м Мощность: макс. 250 кВт	<b>DME</b>	<b>Цифровые дозировочные насосы</b> Подача, Q: 0,075–940 л/ч Напор, H: макс. 10 бар
<b>Peerless VTP</b>	<b>Вертикальные турбинные насосы для скважин</b> Подача, Q: 22,700 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: 700 м Мощность: макс. 2 400 кВт	<b>CRFlex</b>	<b>Многоступенчатые насосы, работающие на солнечной энергии</b> Подача, Q: 140 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: 150 м
<b>Peerless MF</b>	<b>Вертикальные осевые и радиально-осевые насосы</b> Подача, Q: 2 000 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: 700 м Мощность: макс. 710 кВт	<b>SP/SQFlex</b>	<b>Погружные насосы, работающие на солнечной энергии</b> Подача, Q: 670 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: 500 м
<b>CM, CME</b>	<b>Горизонтальные многоступенчатые насосы</b> Подача, Q: макс. 30 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: макс. 100 м Мощность: макс. 7,5 кВт	<b>Солнечные батареи</b>	Производство энергии для CRFlex и SQFlex, макс. 11 кВт
<b>CR, CRE</b>	<b>Вертикальные многоступенчатые насосы</b> Подача, Q: макс. 180 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: макс. 280 м Мощность: макс. 75 кВт	<b>Ветровая турбина</b>	Производство энергии для CRFlex и SQFlex, макс. 1 кВт
<b>Hydro MPC</b>	<b>Скомплектованные бустерные насосные системы</b> Подача, Q: 720 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: 160 м/450 м Мощность: макс. 75 кВт	<b>IO100, IO101, IO102</b>	Модули ввода/вывода для продуктов Flex
<b>EGB</b>	<b>Бустерный насос для дальнеструйного дождевального аппарата</b> Подача, Q: макс. 68 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: макс. 20 м Мощность: макс. 4 кВт	<b>CU200</b>	Блок управления для продуктов Flex
<b>NK/NB</b>	<b>Насосы нормального всасывания</b> Подача, Q: макс. 1 200 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: макс. 150 м Мощность: макс. 355 кВт	<b>MP204</b>	Защита электродвигателя от любых отклонений внешнего источника питания и мониторинг данных
<b>LS</b>	<b>Горизонтальные насосы с двухсторонним входом</b> Подача, Q: макс. 12 500 м <sup>3</sup> /ч Напор, H: макс. 240 м Мощность: макс. 2 800 кВт	<b>CUE</b>	Преобразователь частоты, разработанный специально для регулирования мощности насоса
<b>DDA, DDC, DDE</b>	<b>Интеллектуальные цифровые дозировочные насосы</b> Подача, Q: 0,0025–30 л/ч Напор, H: макс. 16 бар	<b>CU351/2</b>	1–6 шкаф управления насосом со встроенным мастером начальной настройки для упрощения процесса запуска системы
		<b>CIU271</b>	Интерфейс связи для модуля дистанционного управления Grundfos



# Обзор модельного ряда:

## НАСОСЫ

### Скважинные насосы



**SP**  
Погружной насос



**Peerless VTP**  
Вертикальный турбинный насос



**Peerless MF**  
Осевой и радиально-осевой насос

### Наземные насосы



**CME**  
Горизонтальный многоступенчатый насос



**CRE**  
Насос типа «in-line»



**Hydro MPC**  
Бустерная система

### Наземные насосы



**EGB**  
Бустерный насос для дальнеструйного дождевального аппарата



**NB**  
Насос нормального всасывания



**NK**  
Насос нормального всасывания



**LS**  
Насос двустороннего входа

### Дозировочные насосы



**DDA, DDC, DDE**  
Интеллектуальные цифровые дозировочные насосы



**DME**  
Цифровой дозировочный насос

## НАСОСЫ, РАБОТАЮЩИЕ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМОМ ИСТОЧНИКЕ ЭНЕРГИИ



**CRFlex**  
Насос типа «in-line», работающий на возобновляемом источнике энергии



**SQFlex**  
Глубинный погружной насос, работающий на возобновляемом источнике энергии



**Солнечные батареи**  
Производство энергии для CRFlex и SQFlex



**Ветровая турбина**  
Производство энергии для CRFlex и SQFlex



**IO100, IO101, IO102**  
Устройство управления



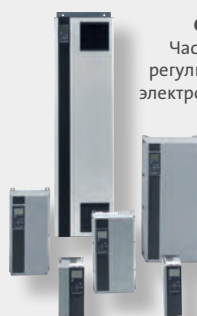
**CU200**  
Устройство управления

### ЗАЩИТА ДВИГАТЕЛЯ



**MP 204**  
Устройство защиты двигателя

### ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ



**CUE**  
Частотно-регулируемые электроприводы



**CU 352**  
Устройство управления



**CIU 271**  
Модуль дистанционного управления Grundfos (GRM) Интерфейсный блоки обмена данными

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ	90
РОСТ ВАЖНОСТИ НАСОСА	90



# 15

# 15

# БУДУЩЕЕ ЗА УСТОЙЧИВЫМ СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, КОТОРЫЕ ВО ВСЕХ ОТНОШЕНИЯХ УВЕЛИЧИВАЮТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОШЕНИЯ, ПОМОГАЮТ ФЕРМЕРАМ ОТВЕЧАТЬ НА ВЫЗОВЫ ГРЯДУЩЕГО РОСТА НАСЕЛЕНИЯ И СПРОСА НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ ПРОДУКТЫ.

# БУДУЩЕЕ ЗА УСТОЙЧИВЫМ СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ

На фоне роста урбанизации в мире управление водо- и энергопотреблением становится насущной проблемой, которая имеет не меньшее значение с точки зрения орошения и производства продовольствия. Задачи в области полива все больше усложняются, ужесточаются требования в отношении расхода электроэнергии, безопасности водных источников, углеродного следа и интеграции всех аспектов решения для перекачивания поливной воды.

По предварительным оценкам, к 2050 г. численность населения земного шара составит девять миллиардов человек. Предполагают, что к тому времени население городов увеличится почти в два раза с 3,4 миллиарда до 6,4 миллиарда. Это еще больше увеличит и без того существующую нагрузку на наши ограниченные водные ресурсы. Управление водопотреблением необходимо не только из-за роста населения Земли. Дело в том, что современный человек потребляет больше калорий и мяса, поэтому для выращивания продовольствия необходимо больше воды.

Сегодня существует потребность в интеллектуальных технологиях, которые позволят сократить расход воды и энергии, управлять водными ресурсами и во всех отношениях повысить эффективность орошения. Чтобы успешно справиться с трудностями, связанными с увеличением населения планеты и необходимостью производства большего объема продовольствия, сельское хозяйство должно стать более устойчивым без ущерба для доходов фермера.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ДОЛЖНО СТАТЬ БОЛЕЕ **УСТОЙЧИВЫМ** БЕЗ УЩЕРБА ДЛЯ ДОХОДОВ ФЕРМЕРА. **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** УЖЕ СЕГОДНЯ ПОМОГАЮТ ВЫПОЛНИТЬ ЭТУ ЗАДАЧУ.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В сельском хозяйстве наблюдается рост автоматизации с более высокотехнологичным оборудованием, более сложными расчетами, более эффективным управлением водными ресурсами и более результативными практиками.

GPS уже используется для управления тракторами, автоматическими культиваторами и роботизированными газонокосилками для склонов, а в области орошения на машинах с центральной осью вращения устанавливаются GPS-трекеры. Такие решения существенно сокращают трудозатраты. С дальнейшим внедрением новых технологий появятся дистанционно управляемые тракто-

ры, а в ближайшем будущем повсеместно будут использоваться электронные информационные блоки. Устройства для анализа почвы также идут в ногу со временем.

На полях уже появились приборы, которые показывают количество расходуемой поливной воды, внесенных удобрений, урожайность, характеристики почвы, погодные условия и топографические карты поля. В число оборудования входят дозирующие насосы, приборы для составления топографических карт и датчики влажности почвы. Интерпретация данных пока входит в круг задач экспертов-людей. Но в конечном итоге все данные будут собраны в единую систему, а их анализом займется компьютер, который будет подсказывать фермеру, каким образом нужно изменить установленный режим работы, чтобы повысить урожайность культуры.

Усовершенствованное управление ресурсами и, следовательно, более эффективные практики означают сокращение водопотребления и более рациональное внесение пестицидов. В будущем природоохранное законодательство может стать более строгим. Появится необходимость более тщательного контроля за процессами забора, обработки и распределения воды, а также внесения пестицидов. Стандарты по нижнему бьефу и водным источникам также будут ужесточаться. Поэтому фермерам следует уже сейчас тщательнее следить за своими ресурсами, чтобы потом было проще выполнить более высокие требования указанных стандартов.

## РОСТ ВАЖНОСТИ НАСОСА

Постепенно системы орошения будут обустраиваться в соответствии с особенностями конкретного поля для получения максимального результата. Приемы и методы орошения также будут дорабатываться с учетом конкретных условий. Система капельного орошения считается идеальным решением, которое позволяет сохранить ресурсы благодаря уменьшению количества воды, подаваемой в корнеобитаемый слой, и сокращению потерь.

Однако тип установленного насоса также играет немаловажную роль в рациональном водопользовании. От подбора насоса зависит способность ирригационной системы обеспечить посевам необходимым количеством воды и эффективность полива. Насосы должны обеспечивать подачу и давление на требуемом уровне, ни больше ни меньше. Во многих случаях для оптимизации водо- и энергопотребления насоса следует использовать частотно-регулируемый электропривод. Шкаф управления процессом орошения будет оборудован средствами управления насосом для связи между компонентами системы и их запуска по мере необходимости.

Эти требования можно выполнить только при условии, что насос по всем параметрам подходит для оросительной системы, давление поддерживается на низком уровне и используются средства управления. Как отмечалось выше, сейчас наблюдается

стремительно растущая тенденция интеграции и автоматизации. Уже скоро наступит такое время, когда работой всей фермы можно будет управлять с помощью переносного устройства.

Компания Grundfos предлагает интеллектуальные решения по насосному оборудованию для сельского хозяйства, от глубинных турбин до наземных бустерных систем, для забора грунтовых и поверхностных вод в требуемом объеме. Насосы, оборудованные частотно-регулируемыми электроприводами, способны учитывать любые изменения условий на земле и под землей, обеспечивая точное давление и напор на сопле. Благодаря этому на оплату электроэнергии не уходит львиная доля прибыли.

СЕЙЧАС НАБЛЮДАЕТСЯ  
СТРЕМИТЕЛЬНО  
РАСТУЩАЯ ТЕНДЕНЦИЯ  
**ИНТЕГРАЦИИ**  
И **АВТОМАТИЗАЦИИ.**  
УЖЕ СКОРО НАСТУПИТ  
ТАКОЕ ВРЕМЯ, КОГДА  
РАБОТОЙ ВСЕЙ ФЕРМЫ  
МОЖНО БУДЕТ  
УПРАВЛЯТЬ С ПОМОЩЬЮ  
ПЕРЕНОСНОГО  
УСТРОЙСТВА.

На этом динамично развивающемся рынке компания Grundfos является одной из самых инновационных компаний, исследующей новые пути решения поставленных задач и непрерывно совершенствующей уже найденные решения. Прежде всего, Grundfos будет планомерно повышать стандарты на насосные системы орошения для удовлетворения потребностей современных перспективных производителей сельскохозяйственной продукции.





# 16

# ГЛОССАРИЙ

В ОБЛАСТИ ОРОШЕНИЯ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ БОЛЬШОЕ КОЛИЧЕСТВО СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ. НИЖЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ САМЫХ ЧАСТО УПОТРЕБЛЯЕМЫХ ТЕРМИНОВ.

# ГЛОССАРИЙ

**В области орошения используется большое количество специальной терминологии. Ниже представлены определения самых часто употребляемых терминов.**

## **Водоносный горизонт**

Водосодержащая порода или группа пород, обладающих достаточной степенью водопроницаемости для выпуска используемого количества воды в скважины.

## **Осевой насос**

Насос, разработанный для использования в условиях, в которых необходимо обеспечить низкий напор и высокую подачу. Он также называется «лопастный насос». Данная конструкция не предполагает использование центробежной силы (см. Центробежный насос) для перемещения воды. Скорее, он работает по принципу клина. Вода проталкивается через насос вращающимся лопастным колесом (см. стр. 61).

## **Бустерный насос**

Насос, генерирующий среднее и высокое давление нагнетания. Обычно используется для подачи воды в системах дождевания или микроорошения.

## **Камера**

Камера или корпус насоса — неподвижная часть насоса, в которой обычно расположены направляющие лопатки для преобразования энергии вращения в давление.

## **КПД камеры**

КПД самого насоса (без привода насоса и системы передачи крутящего момента). В полевых условиях определить КПД камеры очень сложно. Для приблизительного расчета необходимо вычесть другие потери, связанные с насосной станцией, такие как КПД электростанции и трансмиссии.

## **Пропускная способность**

Подача насоса. Этот термин, как правило, используется для обозначения нормальной (или требуемой расчетной) подачи насосной станции.

## **Кавитация**

Быстрое образование и разрушение пузырьков воздуха в воде по мере ее продвижения через насос. Приводит к созданию слишком высокого вакуума в самом насосе из-за недостаточного «допустимого положительного подпора на входе». Кавитация вызывает точечную коррозию рабочего колеса и корпуса насоса и значительно снижает его производительность. См. стр. 61.

## **Центробежный насос**

Насос, в котором вода попадает в центр вращающегося рабочего колеса и выбрасывается в радиальном направлении, набирая при этом энергию. Этот термин также обычно используется для обозначения конкретного типа насосов, у которых рабочее колесо

находится внутри спирального корпуса. Спиральный корпус — это такой тип корпуса, в котором площадь сечения потока воды уменьшается равномерно в направлении напорного патрубка насоса.

За счет уменьшения площади поперечного сечения потока скорость, достигнутая под действием центробежной силы, преобразуется в давление.

## **Обратный клапан**

Установленный в трубопроводе клапан, который автоматически закрывается и перекрывает обратный поток воды в насос при его отключении. Он также называется «невозвратный клапан».

## **Химигация**

Внесение пестицидов или веществ для поддержания работы системы в процессе орошения.

## **Хлорирование**

Периодическое добавление в скважины соединений хлора в целях профилактики роста бактерий и образования ила. Этот термин также используется для обозначения операции добавления соединений хлора в системы орошения (чаще всего в системы микроорошения).

## **Коррозия**

Разрушение металла в результате химических и (или) гальванических реакций. Химическая коррозия приводит к растворению металла, частицы которого уносятся водой. Одним из последствий химической коррозии является попадание песка в скважину. Гальваническая коррозия возникает по причине образования электролитических ячеек между разнородными металлами или поверхностями.

## **Углеродный след**

Углеродный след исторически определен как общее количество парниковых газов, причиной которых стала деятельность организаций, действий по транспортировке продуктов, производства продуктов или деятельности человека. Углеродный след обычно рассчитывается как эквивалент CO<sub>2</sub> на основе глобального потенциала потепления в столетней временной перспективе. Для упрощения отчетности углеродный след выражается как объем углекислого газа.

## **Суточное водопотребление сельскохозяйственных культур (эвапотранспирация, ЭТ)**

Объем воды нетто, поглощаемый растениями из почвы за сутки и испаряющийся с поверхности почвы.

## **Шина передачи данных**

Шина передачи данных или промышленная шина обозначает семейство протоколов промышленной компьютерной сети, ис-



пользуемых для распределенного управления в режиме реального времени. Для работы автоматической промышленной системы (например, линии сборки) обычно требуется организованная иерархия систем шкафов управления. Первое место в этой иерархии занимает человеко-машинный интерфейс (ЧМИ), который позволяет оператору контролировать работу системы или управлять ею. Как правило, ЧМИ подключен к среднему уровню программируемых логических контроллеров (ПЛК) через сеть Ethernet.

На нижнем уровне цепи управления находится промышленная шина, которая служит для связи между ПЛК и датчиками и исполнительными механизмами (например, двигателями, насосами и клапанами на поле), которые непосредственно делают работу.

#### **Глубинные насосы**

Глубинные насосы или скважинные насосы — это, как правило, многоступенчатые насосы погружного или вертикального турбинного типа. У этих типов насосов одинаковые камеры и рабочие колеса, но погружной насос оборудован погружным двигателем, тогда как на вертикальном турбинном насосе установлен стандартный наземный двигатель.

#### **Освоение скважины**

Процесс удаления мелкофракционного материала из водоносного горизонта или гравийного фильтра новой скважины, включая буровой шлам, попавший в породу во время строительства скважины. Если такая операция выполняется после того, как скважина находилась в эксплуатации в течение некоторого времени, она называется «переосвоение» скважины.

#### **Напор на выходе**

Давление на напорном фланце насоса.

#### **Равномерность полива (РП)**

Показатель того, насколько равномерно поле пропитывается влагой в процессе орошения. Как правило, выражается в процентах от 0 до 100 (чем выше значение, тем лучше). Показатель РП 100% теоретически достижим, но добиться этого на практике невозможно. Это верхнее предельное значение эффективности орошения при достаточном поливе всего поля.

#### **Понижение уровня грунтовых вод**

Разница между отметками статичного и динамичного уровней воды в скважине после заданного времени эксплуатации.

#### **Рабочая точка**

Рабочая точка насоса — это подача и напор насоса при максимальном КПД.

#### **Полезный корнеобитаемый слой**

Глубина почвы, на которой осуществляется активное возделывание сельскохозяйственной культуры (уровни внесения удобрений, вспашка, увлажнение почвы).

#### **Высота подъема**

Термин, который используется в том случае, когда насос подает воду от одной отметки уровня до другой.

#### **Степень защиты**

Степень защиты используется для классификации электрооборудования и состояний, в которых допускается использовать оборудование (в помещении, снаружи, в погружном состоянии и т.д.).

#### **Эвапотранспирация (ЭТ)**

См. «Суточное водопотребление сельскохозяйственных культур».

#### **Полевая влагоемкость**

Количество воды, удерживаемое почвой.

#### **Фертигация**

Внесение удобрений и (или) почвенных добавок в процессе орошения.

#### **Расходомер**

Любой прибор, измеряющий расход жидкости, проходящей через трубу или открытый канал. Расходомер служит для измерения мгновенного расхода или общего объема перекачиваемой среды за какой-либо период времени.

#### **Превышение над уровнем воды**

Расстояние от уровня на поверхности воды до уровня в точке, куда подается вода.

#### **Потери на трение**

Давление воды, потерянное в результате контакта движущейся воды с оболочкой, в которой вода перемещается (трубопровод или открытый канал).

#### **Плавкий предохранитель**

Электрическое устройство, которое защищает электросистему от перегрузки. Плавкий предохранитель, как правило, срабатывает быстро и отключает электрический ток в случае превышения максимального значения.

#### **Гравийный фильтр**

Тонкий слой гравия различной фракции между обсадной трубой скважины и стенами самой скважины. Гравийные фильтры предотвращают попадание песчинок в обсадную трубу.

#### **Напор (метры напора)**

Величина давления, которую можно использовать на практике во всех вычислительных формулах и расчетах.

#### **Мощность в л.с.**

Мощность в л.с. — это показатель работы (на какое расстояние можно переместить массу за определенный период времени). Одна л.с. равна 0,746 кВт.

#### **Рабочее колесо**

Вращающийся компонент, расположенный в камере (или спиральном корпусе) насоса. Рабочие колеса бывают открытого, закрытого или полуоткрытого типа. Обычно изготавливаются из бронзы, чугуна, пластмассы или эмалированного чугуна. Рабочее колесо передает энергию от привода насоса воде по мере перемещения воды через камеру насоса. См. Главу 10.

**Подрезка рабочего колеса**

Определенный диаметр рабочего колеса, установленного в насосе. Рабочие колеса отливаются максимального диаметра, однако могут быть «подрезаны» до требуемого размера в зависимости от условий эксплуатации.

**Эффективность орошения (ЭО)**

Отношение общего расхода поливной воды к количеству полезно использованной воды. (Полезное использование включает поглощение воды растениями и снижение концентрации солей в почве за счет вымывания.) Для получения действительного результата необходимо знать физические и временные границы измерения. Показатель ЭО одного полива может отличаться от среднего показателя по всем поливам за сезон и показателя по всей ферме за сезон. Как правило, выражается в процентах от 0 до 100. Показатель ЭО 100% теоретически недостижим из-за мгновенной эвапорации воды в процессе полива.

**Режим полива**

Режим полива устанавливается с той целью, чтобы рассчитать точное количество поливной воды и время полива. Расчет объема требуемой поливной воды проводится на основе оросительной нормы и стратегии, определяющей расход воды в той или иной ситуации.

**Манометр**

Переносное устройство, которое измеряет напор в трубопроводах на основе скоростного напора (энергия перемещающейся воды). Обычно используются в ходе испытаний для определения КПД насоса благодаря простоте установки и демонтажа.

**Радиально-осевой насос**

Радиально-осевые насосы сочетают в себе принципы конструкции радиальных и осевых рабочих колес. См. стр. 61.

**Многоступенчатый насос**

Насос с двумя или более рабочими колесами (камерами). Этот термин обычно используется для обозначения турбинных и погружных насосов. См. стр. 61.

**Допустимый подпор на входе в насос, ДПВН**

Расчетное требование, которое зависит от конкретной модели насоса. Требуемый ДПВН должен быть обеспечен на входе насоса во избежание кавитации.

**Отношение объема водопотребления нетто к расходу воды брутто**

Водопотребление нетто — количество воды, необходимое для восполнения запасов почвенной влаги на поле. Расход воды брутто — количество воды, которое требуется подвести на поле для выполнения указанной выше задачи.

**Режим работы**

Подача и давление (общий динамический напор), генерируемые насосом. Насос может работать в различных режимах, которые зависят от рабочей характеристики насоса.

**Автоматический выключатель**

Устройство, которое защищает оборудование (как правило, электродвигатель) от длительной перегрузки. Реле перегрузки обеспечивает кратковременную работу насоса при перегрузке без размыкания цепи.

**Параллельно подключенные насосы**

Два или более насосов (разного типоразмера для гибкости), нагнетающие среду в общий трубопровод для повышения подачи при заданном давлении в трубопроводе.

**Программируемый логический контроллер, ПЛК**

ПЛК используется для автоматизации электромеханических процессов, таких как управление оборудованием на заводских линиях сборки, управление насосами и клапанами в технологических установках и многими аналогичными системами. ПЛК рассчитан на гибкую схему входов и выходов, расширенный диапазон температур, а также устойчив к электрическим шумам, вибрации и ударному воздействию.

**Насос**

Механическое устройство, преобразующее механическую энергию (обычно вращающийся вал или шток, совершающий возвратно-поступательное движение) в гидравлическую энергию (например, водный поток).

**Пропускная способность насоса**

Поток среды, проходящий через насос, в кубических метрах в час ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ).

**КПД насоса**

Отношение между мощностью, генерируемой насосом (продукт подачи и напора), и мощностью двигателя в л.с., которая требуется для приведения насоса в движение. Минимальный КПД насоса составляет 70%. КПД насоса указан на кривых характеристики насоса, предоставленных изготовителем.

**Корпус насоса**

Корпус насоса или камера — неподвижная часть насоса, в которой обычно расположены направляющие лопатки для преобразования энергии вращения в давление.

**КПД насоса и двигателя**

Отношение между мощностью, генерируемой насосом (продукт подачи и напора), и мощностью, потребляемой двигателем в кВт. КПД насоса и двигателя можно измерить. См. Главу 12.

**Рабочая характеристика насоса**

Ряд измерений (обычно в графической форме), выполненных изготовителем, которые показывают отношение между общим напором, требуемой мощностью в л.с. и допустимым положительным подпором на входе в насос при любой заданной подаче для определенного насоса.

**Высота нагнетания**

Расстояние от осевой линии напорного патрубка в головной части насоса до уровня воды в скважине.

**Динамический уровень воды**

Уровень воды в скважине в процессе откачивания воды насосом. Как правило, этот уровень измеряется с помощью испытательного насоса через 10–60 минут откачки. Полученное значение может как совпадать, так и отличаться от динамического уровня воды через несколько часов или дней.

**Радиальные насосы**

Радиальные насосы оборудованы рабочим колесом, способным генерировать высокое давление. См. стр. 61.

**Оборотов в минуту (об/мин)**

Скорость вращения вала насоса или привода (двигателя).

**Пескоотделитель**

Устройство, установленное во всасывающей патрубке глубинного турбинного насоса для очистки поступающей в насос воды от песка. Также может быть установлено в напорном патрубке насоса для предотвращения попадания песка в распределительную систему (коммунальную, промышленную или оросительную).

**SCADA**

Термином «SCADA» (диспетчерское управление и сбор данных) обычно обозначают централизованные системы контроля и управления всем объектом или комплексом систем, расположенных на обширной территории (от систем орошения до систем масштаба страны). Большинство управляющих действий выполняются автоматически с помощью выделенных шкафов управления или ПЛК (программируемых логических контроллеров).

**Последовательно подключенные насосы**

Два или более насосов, установленных таким образом, чтобы один насос нагнетал среду во всасывающий патрубок другого насоса, с целью повышения давления при заданной подаче. Полный напор, генерируемый вторым насосом, прибавляется к полному напору первого насоса. Самая распространенная конфигурация предполагает нагнетание среды скважинным насосом в бустерный насос. Примите во внимание, что многоступенчатый турбинный насос фактически является последовательно подключенным насосом.

**Одноступенчатый насос**

Одноступенчатый насос оборудован только корпусом (или камерой) и одним рабочим колесом.

**Степень истощения запасов почвенной влаги, СИЗ**

Объем воды нетто, который необходим для восполнения запасов влаги в корнеобитаемом слое.

**Почвенный зонд**

Стальной стержень длиной примерно 10 мм, как правило, с шарикоподшипником на конце и с рукояткой. Зонд погружается в увлажненную почву для определения глубины просачивания воды. Он может использоваться в процессе орошения для контроля объема воды, которая впиталась в почву, а также для оценки равномерности полива. Если через 2–3 дня после полива зонд погружается в почву на 1,2 метра в глубину от вершины борозды и только на 0,6 метра от дна той же борозды, значит, равномерность полива очень низкая.

**Степень**

Узел многоступенчатого насоса, который состоит из одного рабочего колеса и камеры. Насосы могут обозначаться как «одноступенчатые» или «многоступенчатые».

**Статический уровень воды**

Глубина воды в скважине в период отключения насоса.

**Высота всасывания (подпор на входе)**

Расстояние от поверхности воды до впуска насоса, расположенного над поверхностью воды.

**Уровень всасываемой воды**

Уровень воды, с которого производится забор воды насосом.

**Погружной насос**

Тип глубинного насоса, оборудованного водонепроницаемым электродвигателем, напрямую подключенным к насосу, вместе с которым насос установлен в скважине ниже динамического уровня воды.

**Рабочая характеристика системы**

Рабочая характеристика насосной системы обозначает трение в системе, которое возникает в трубах, клапанах, коленах, тройниках и аналогичных компонентах и зачастую имеет постоянное значение. Рабочая характеристика системы меняется в таких случаях, как засорение системы или изменение настроек клапана. По определению, рабочая характеристика системы всегда проходит через рабочую точку насоса.

**Нижний бьеф**

Водные объекты, примыкающие с низовой стороны к гидротехническому сооружению (плотине, мосту или водовыпускной трубе).

**Тарифы, дифференцированные по времени суток (TOU)**

Графики изменения тарифа на электроэнергию во времени, которые устанавливают пониженные тарифы на электроэнергию, потребленную в часы внепиковой нагрузки (а иногда в период полупика нагрузки), и повышенные тарифы на электроэнергию, потребленную в часы пиковой нагрузки. Термин «часы пиковой нагрузки» означает период, в течение которого наблюдается максимальное потребление энергии в энергосистеме общего пользования. И, наоборот, «часы внепиковой нагрузки» означает период, в течение которого наблюдается минимальное потребление энергии.

**Суммирующее устройство**

Тип расходомера или часть расходомера для измерения общего объема воды, проходящего через точку в течение определенного времени.

**Турбинный насос**

Насос, работающий по принципу центробежного действия. Попадая в рабочее колесо, вода выбрасывается в радиальном направлении, набирая энергию за счет вращения рабочего колеса. Насос состоит из нескольких узлов (камера и рабочее колесо), расположенных друг над другом. Вода перемещается по направлению вверх из одного узла в другой.

**Равномерность**

Равномерность или равномерность полива выражается в процентах и обозначает степень равномерности распределения поливной воды по определенной площади. Чем выше показатель, тем выше равномерность.

**Частотно-регулируемый электропривод**

Твердотельное электрическое устройство, которое используется для изменения частоты электроэнергии переменного тока, подаваемой на электродвигатель. При изменении частоты переменного тока происходит изменение скорости вращения двигателя, что позволяет осуществлять дросселирование электродвигателя, как двигателя внутреннего сгорания. Частотно-регулируемые электроприводы используются в тех случаях, когда происходит частая смена режимов работы оборудования.

**Вертикальный турбинный насос (ВТН)**

Турбинный насос, установленный внутри обсадной трубы ниже динамического уровня воды в скважине. Электродвигатель в воде не устанавливается.

**Вязкость**

Вязкость перекачиваемой среды показывает, насколько густой или жидкой является среда и насколько легко ее перекачивать. Густая среда, например сироп, характеризуется высокой вязкостью, тогда как вода имеет низкую вязкость.

**Гидроудар**

Гидроудар может возникнуть в результате слишком быстрого закрытия клапана во время подачи воды по трубопроводу и повредить трубы. См. стр. 76.

**Обсадная труба**

Труба (обычно металлическая, но может быть пластиковая), используемая в качестве облицовки скважины. Между обсадной трубой и водоносным горизонтом, как правило, располагается слой породы («гравийный фильтр»), который предотвращает попадание частиц грунта в скважину. В обсадной трубе выполнены небольшие отверстия (перфорация или пазы) на предполагаемом уровне расположения водоносной породы.

**КПД скважины**

Величина понижения за пределами обсадной трубы, поделенная на величину понижения внутри скважины (чем выше значение, тем лучше).

