

Для расчета водопонижения необходимо схематизировать природные условия и водопонижительную систему. Толща горных пород разбивается на условно-однородные водоносные и водоупорные (или условно-водоупорные) слои. Водоносный слой может быть принят неограниченным или ограниченным (полностью или частично) контуром питания или водонепроницаемым контуром. Питание водоносных слоев принимается за счет притока подземных вод из водоема или водотока, инфильтрации атмосферных осадков, перетекания из одного водоносного слоя в другой.

Водопонижительные системы схематизируются по этапам их развития и приводятся, как правило, к одной из следующих схем: кольцевой, неполно-кольцевой, линейной или групповой (не приводимой к схеме круга или прямой линии).

Расчеты водопонижения производятся для установившегося и неуставившегося режимов фильтрации. Расчеты для установившегося режима должны выполняться, как правило, во всех случаях (за исключением водопонижения в закрытых водоносных слоях, не имеющих питания). Расчеты по неуставившемуся режиму выполняются для периода с начала откачки до момента, соответствующего наступлению установившегося режима, определяемого в зависимости от условий питания водоносных слоев.

В закрытых водоносных слоях, не имеющих питания, расчет ведется только по неуставившемуся режиму.

Общий порядок расчета водопонижительной (дренажной) системы следующий:

устанавливается требуемое понижение уровня подземных вод (в зависимости от поставленной задачи водопонижения);

производится расчет притока к водопонижительной (дренажной) системе;

определяются параметры водопонижительной системы (число скважин, их глубина, производительность, диаметр, положение динамических уровней воды в скважинах, диаметр и пропускная способность трубчатых дренажей, параметры других водопонижительных устройств), исходя из общего притока определяются ординаты и производится построение депрессионных поверхностей подземного потока;

подбирается оборудование и рассчитываются водоотводящие устройства.

Приток подземных вод к водопонижительной системе следует определять в зависимости от требуемого понижения уровня подземных вод в расчетной точке по формуле:

$$Q = \frac{khS}{\Phi} \quad (A.1)$$

Общие притоки подземных вод к водопонижительным системам и горным выработкам определяются как сумма притоков из каждого водоносного слоя, дренируемого водопонижительной системой или непосредственно выработками.

### **Определение притока при установившемся режиме фильтрации**

При определении по формуле (A.1) притока подземных вод к кольцевым, неполнокольцевым и линейным водопонижительным системам, а также горным выработкам при отсутствии или наличии противофильтрационной завесы значение следует вычислять по формулам таблицы А.1

Таблица А.1

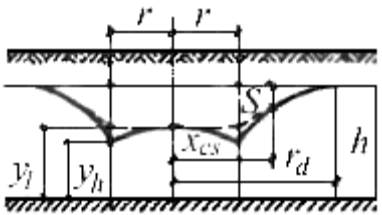
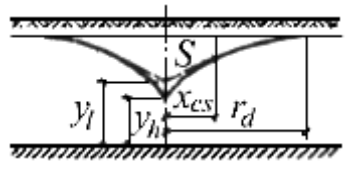
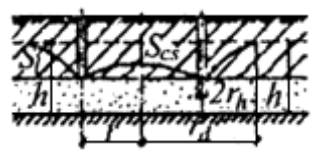
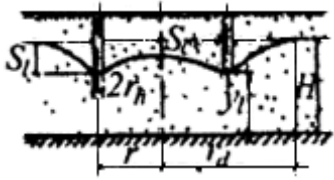
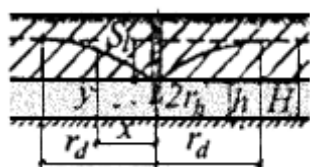
Расчетная схема	Расчетная формула
<p>Схема 1</p>  <p>Совершенная или несовершенная контурная система. Приток в зависимости от понижения в заданной точке при безнапорной или напорной фильтрации</p>	<p>Кольцевая система <math>\Phi = \frac{\ln \frac{r_d}{x_{cs}}}{2\pi}</math></p> <p>Неполнокольцевая система <math>\Phi = \frac{r \ln \frac{r_d}{x_{cs}}}{2\pi l_c}</math></p> <p>При расположении расчетной точки на контуре или в центре системы <math>x_{cs} = r</math></p>
<p>Схема 2</p>  <p>Совершенная или несовершенная линейная система. Приток в зависимости от понижения в заданной точке при безнапорной или напорной фильтрации</p>	$\Phi = \frac{r_d - x_{cs}}{l}$
<p>Схема 3</p>  <p>Кольцевой дренаж в кровле водоносного слоя, содержащего напорные воды. Приток в зависимости от глубины заложения дренажа, равной <math>S_l</math></p>	<p>Кольцевой дренаж <math>\Phi = \frac{\ln \frac{r_d}{r+h} + \frac{h}{\pi r} \ln \frac{8r}{r_h}}{2\pi}</math></p> <p>Неполнокольцевой дренаж <math>\Phi = \frac{\left( \ln \frac{r_d}{r+h} + \frac{h}{\pi r} \ln \frac{8r}{r_h} \right) r}{l_c}</math></p>
<p>Схема 4</p>  <p>Кольцевой несовершенный дренаж в водоносном слое, содержащем безнапорные воды. Приток в зависимости от глубины заложения дренажа, равной <math>S_l</math></p>	<p>Кольцевой дренаж <math>\Phi = \frac{\ln \frac{r_d}{r+y_l} + \frac{y_l}{\pi r} \ln \frac{8r}{r_h}}{2\pi}</math></p> <p>Неполнокольцевой дренаж <math>\Phi = \frac{\left( \ln \frac{r_d}{r+y_l} + \frac{y_l}{\pi r} \ln \frac{8r}{r_h} \right) r}{l_c}</math></p>

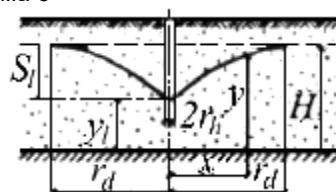
Схема 5



Линейный дренаж в кровле слоя, содержащего напорные воды. Приток в зависимости от глубины заложения дренажа, равной  $S_l$

$$\Phi = \left( \frac{2h}{\pi} \ln \frac{h}{\pi r_d} + r_d \right) \frac{1}{l}$$

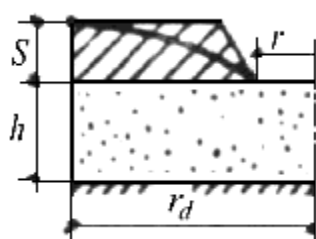
Схема 6



Линейный несовершенный дренаж в слое, содержащем безнапорные воды. Приток в зависимости от глубины заложения дренажа, равной  $S_l$

$$\Phi = \frac{2h}{l \left( \frac{S}{r_d} + \frac{1}{\frac{r_d}{2y_l} + \frac{1}{\pi} \ln \frac{y_l}{\pi r_d}} \right)}$$

Схема 7

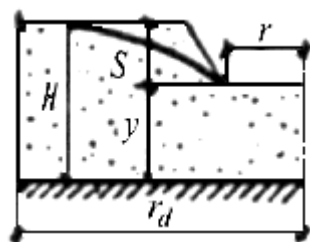


Котлован (пластовый дренаж), вскрывающий напорные воды

$$\text{При } \frac{r}{h} \geq 0,5 \quad \Phi = \frac{\ln \frac{r_d}{r} + \frac{0,44h}{r}}{2\pi};$$

$$\text{при } \frac{r}{h} \leq 0,5 \quad \Phi = \frac{\left( \frac{\pi}{2} + 2 \arcsin \frac{r}{h + \sqrt{h^2 + r^2}} + 0,515 \frac{r}{h} \ln \frac{r_d}{4h} \right) h}{2\pi r}$$

Схема 8

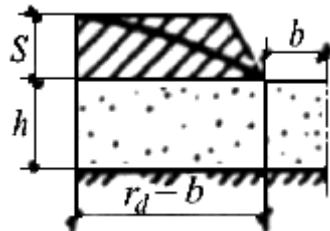


Котлован (пластовый дренаж) в безнапорном водоносном слое

$$\text{При } \frac{r}{y} \geq 0,5 \quad \Phi = \frac{h}{\pi \left( \frac{S}{\ln \frac{r_d}{r}} + \frac{2y}{\frac{0,44y}{r} + \ln \frac{r_d}{r}} \right)};$$

$$\text{при } \frac{r}{y} \leq 0,5 \quad \Phi = \frac{h}{\pi \left( \frac{S}{\ln \frac{r_d}{r}} + \frac{2r}{\frac{\pi}{2} + 2 \arcsin \frac{r}{y + \sqrt{y^2 + r^2}} + 0,515 \frac{r}{y} \ln \frac{r_d}{4y}} \right)}$$

Схема 9

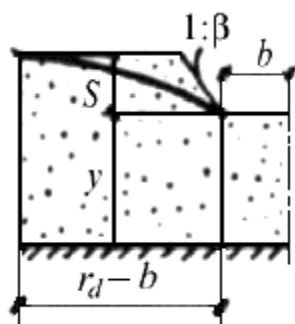


Траншея (пластовый дренаж),  
вскрывающий напорные воды

$$\text{При } \frac{b}{h} \geq 0,5 \quad \Phi = \frac{r_d - b + 0,44h}{l};$$

$$\text{при } \frac{b}{h} < 0,5 \quad \Phi = \frac{r_d - b + 0,638h \ln \frac{4h}{\pi b}}{l}$$

Схема 10

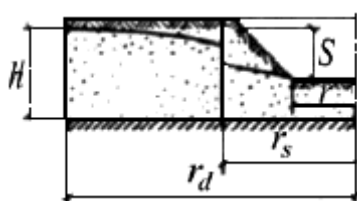


Траншея (пластовый дренаж) в  
безнапорном водоносном слое

$$\text{При } \frac{b}{y} \geq 0,5 \quad \Phi = \frac{h}{\left[ \frac{S}{2(r_d - b) - \frac{\beta^2 S^2}{2(r_d - b)}} + \frac{y}{r_d - b + 0,44y} \right] l};$$

$$\text{При } \frac{b}{y} < 0,5 \quad \Phi = \frac{h}{\left[ \frac{S}{2(r_d - b) - \frac{\beta^2 S^2}{2(r_d - b)}} + \frac{y}{r_d - b + 0,638y \ln \frac{4y}{\pi b}} \right] l}$$

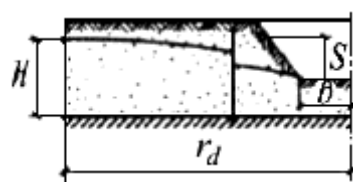
Схема 11



Приток к котловану через контурную  
совершенную  
противофильтрационную завесу

$$\Phi = \frac{\ln \frac{r_d}{r} + \frac{kt_s}{k_s r_s}}{2\pi}$$

Схема 12



Приток к траншее через линейную  
совершенную  
противофильтрационную завесу

$$\Phi = \frac{r_d - b + t_s \left( \frac{k}{k_s} - 1 \right)}{l}$$

Приведенный радиус водопонижительной системы (выработки по границе высачивания подземных вод, противифльтрационной завесы по ее внутренней грани) следует определять по формулам:

для контурной водопонижительной системы (выработки или контурной завесы) с отношением сторон, равным или менее 10

$$r(r_s) = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (\text{A.2})$$

для контурной водопонижительной системы (выработки или контурной завесы) с отношением сторон свыше 10 и для коротких ( $l < 2L$ ) линейных водопонижительных систем

$$r = 0,25l, \quad (\text{A.3})$$

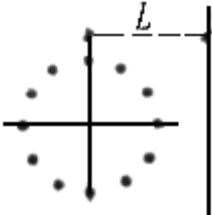
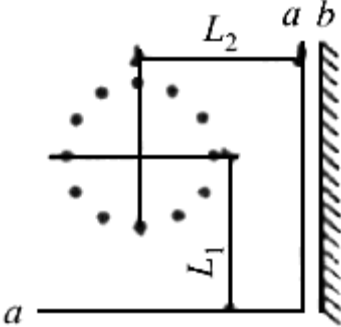
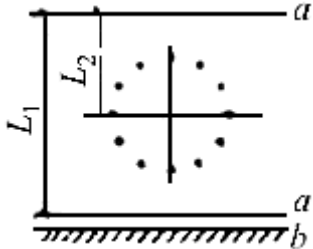
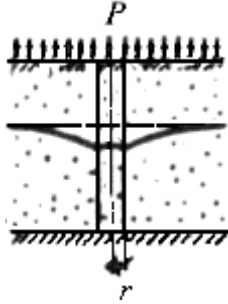
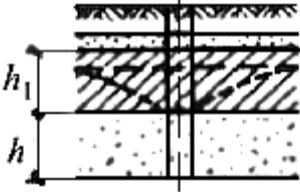
для длинной ( $l \geq 2L$ ) линейной водопонижительной системы (траншей)

$$r = 0. \quad (\text{A.4})$$

Значение радиуса депрессии  $r_d$  для контурных и коротких линейных водопонижительных систем и устройств следует принимать равным радиусу области фильтрации, когда ее граница - контур питания - может быть принята круговой формы, а для других граничных условий - по формулам таблицы А.2 приложения А, для длинных линейных водопонижительных систем и устройств - по формуле:

$$r_d = L. \quad (\text{A.5})$$

Таблица А.2

Расчетная схема		Расчетная формула
<p>Схема 1</p> 	<p>Водоносный слой, ограниченный одной линейной границей области питания</p>	$r_d = 2L$
<p>Схема 2</p> 	<p>Водоносный слой имеет две линейные взаимно перпендикулярные границы</p> <p><math>a</math> - область питания</p> <p><math>b</math> - водонепроницаемая</p>	<p>Для границ <math>a, a</math> <math>r_d = \frac{2L_1L_2}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}}</math> ;</p> <p>для границ <math>a, b</math> <math>r_d = 2L_1 \sqrt{\frac{L_1^2}{L_2^2} + 1}</math></p>
<p>Схема 3</p> 	<p>Водоносный слой имеет две параллельные линейные границы</p> <p><math>a</math> - область питания</p> <p><math>b</math> - водонепроницаемая</p>	<p>Для границ <math>a, a</math></p> $r_d = \frac{2}{\pi} L_1 \sin \frac{\pi L_2}{L_1} ;$ <p>для границ <math>a, b</math> <math>r_d = \frac{4}{\pi} L_1 \operatorname{ctg} \frac{\pi L_2}{2L_1}</math></p>
<p>Схема 4</p> 	<p>Неограниченный водоносный слой, питание которого происходит за счет инфильтрации поверхностных вод интенсивностью <math>P</math></p>	$r_d = r + H \sqrt{\frac{k}{2P}}$
<p>Схема 5</p> 	<p>Неограниченный водоносный слой, содержащий напорные воды, питание которого происходит за счет протекания воды из вышележащего слоя</p>	$r_d = r + \sqrt{\frac{k h_1 h}{k_d}}$

При двустороннем притоке к длинным линейным водопонижительным системам (устройствам) приток подземных вод определяется отдельно с каждой стороны (в зависимости от соответствующих расстояний до области питания) и суммируется.