

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СКВАЖИНЫ С ГРАВИЙНО-ЗОНТИЧНЫМ ФИЛЬТРОМ УШИРЕННОГО КОНТУРА

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,
Украина*

На основании экспериментальных исследований с использованием электрических и физических моделей разработана и обоснована новая конструкция водозаборных скважин с гравийно-зонтичным фильтром и изучена энергоэффективность этой конструкции.

Анализ последних исследований и публикаций и постановка проблемы. На практике получило научное основание и практическое применение сооружение бесфильтровых водозаборных скважин в рыхлых породах. Эти скважины отличаются максимальными удельными дебитами, малой металлоемкостью и более низкими эксплуатационными затратами. Однако такая конструкция может использоваться только при наличии не обрушаемой кровли, в безнапорном песчаном горизонте, подобную технологию осуществить практически невозможно [1]. Поиски новых конструкций скважин с уменьшенными гидравлическими сопротивлениями и металлоемкостью, сочетающих ряд достоинств бесфильтровых и фильтровых скважин с гравийной обсыпкой, привели к созданию водозаборной скважины нового типа для безнапорного и слабо напорного пласта - скважины с гравийно-зонтичным фильтром уширенного контура (ФУГЗ).

Целью статьи является иллюстрация конструкции скважин ФУГЗ, ее применение и эффективность.

Основная часть. Водоприёмником этой скважины служит широкий раструб-зонтик, опускаемый в скважину и заменяющий устойчивую кровлю, а для увеличения водопотока устраивается ствол большого диаметра, который засыпается гравием. Трехмерные модели и разрезы конструкции скважин с ФУГЗ показано на рис. 1.

Были проведены комплексные исследования по электро моделированию, физическому моделированию в полевых условиях. Эти исследования включали также оценку параметров скважин с одним, двумя и тремя ярусами раструбов-зонтиков, исследование гидравлики притока и суффозионных процессов, разработку методики расчета скважин предлагаемой конструкции [2].

Одноярусная конструкция скважины с ФУГЗ (рис. 1б) состоит из ствола 1 большого диаметра (600-1200 мм), гравийной засыпкой, обсадной колонны 4, раструба 5 с цилиндрическим краем 6, опущенных ниже уровня грунтовых вод 2, гидроизолирующей набивки 3 в затрубном пространстве поверх гравийной засыпки. Благодаря сводообразной форме раструб

находится под минимальным горным давлением и поэтому предохранен от деформаций, а его расширенная нижняя часть образует увеличенную площадь фильтрации, гравийная засыпка в цилиндрической части раструба предохраняет ствол от бокового шпора пластовой породы. Одновременно гравийная засыпка в нижней части ствола, в затрубном пространстве, обладая достаточной массой частиц высокой фильтрующей способностью, обеспечивает увеличенный дебит и препятствует поступлению песчаных частиц водоносного пласта в ствол к насосу.

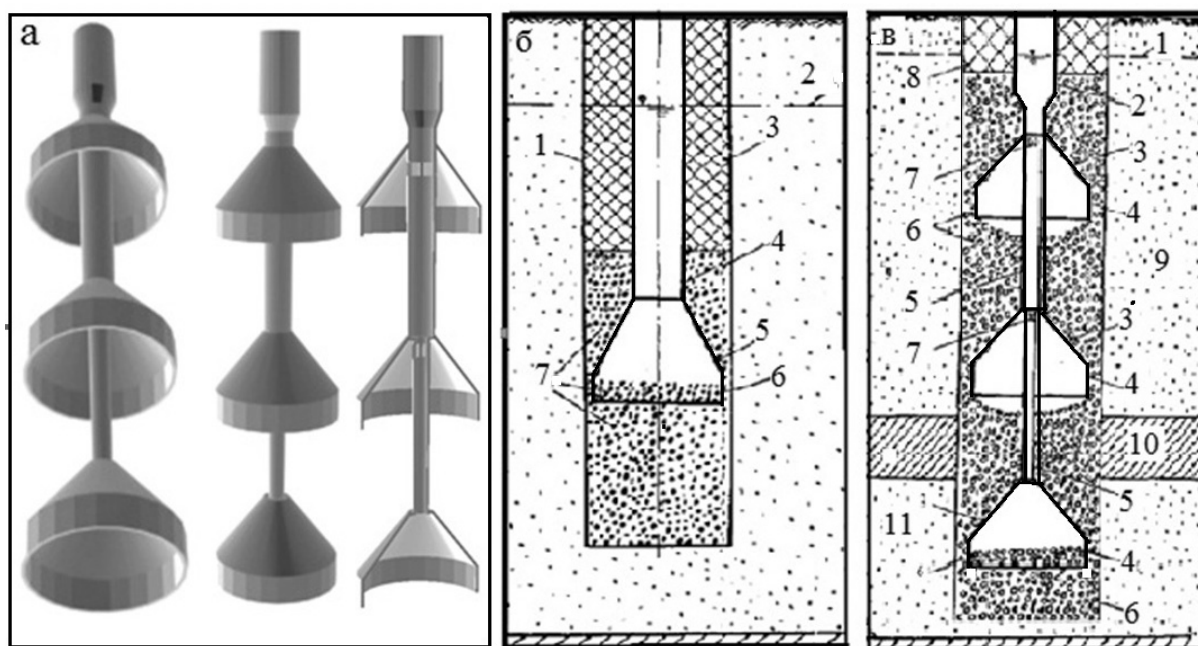


Рис. 1. Скважина с ФУГЗ а) Трехмерные модели
б) Одноярусная конструкция в) Многоярусная конструкция

Скважина работает следующим образом. Откачку ведут скважинным насосом, который опускают под уровень грунтовых вод 2, Вода поступает через гравийную засыпку 7 в нижней части раструба 5 и плоское дно (рис. 1а). Конструкция скважины с ФУГЗ может быть многоярусной, которая имеет увеличенный диаметр, несколько поэтажно расположенных водоприемных раструбов-зонтиков, соединяющих их труб, гравийную засыпку.

Многоярусную конструкцию скважины с ФУГЗ можно применять в напорном 11 и безнапорном 9, однослойном и многослойном водоносных песчаных пластах (рис.1в) Благодаря остаточной массе и высокой фильтрующей способности частиц, препятствует поступлению песка водоносного пласта в ствол к насосу и способствует равномерному забору воды из всех интервалов глубины, а при многослойном водоносном пласте из каждого слоя. На рис. 2 показаны конструктивные параметры скважин с ФУГЗ.

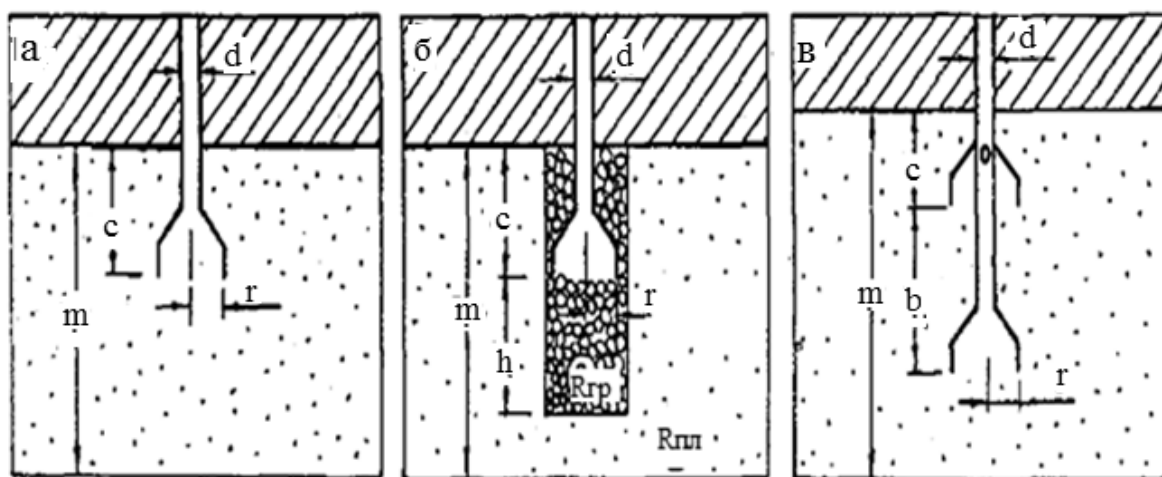


Рис. 2. Гравийно-зонтичный фильтр уширенного контура: а) - одноярусный без гравийной засыпки; б) - то же, с засыпкой; в) - двухъярусный без гравийной засыпки

Совершенствование конструкции ФУГЗ может идти по пути улучшения ее гидравлических параметров. Вместо соединяющих раструбы, глухих труб можно применить перфорированные (дырчатые, щелевые) трубы или фильтры из разных материалов. Могут быть применены также разные блочные фильтры. А так же можно применить перфированные раструбы, в этом случае водо-захватная способность гораздо больше и соответственно меньше гидравлическое сопротивление.

Цель, уширения ствола водоприёмной части с гравийной обсыпки, не только в увеличении дебита скважин, но и применяя эти конструкции можно уменьшить глубину скважин и соответственно уменьшить напор подачи воды из скважины. Уменьшение напора позволит использовать мало энергоемкий насос. На примере скважинных насосов Wilo-Sub TWU, зависимость мощности насоса от напора при постоянном дебите скважин $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ показывает, что мощность насоса прямо пропорционально увеличивается от требуемого напора. При уменьшении напора на 50 м уменьшится электроэнергия 0,75 кВтч. Соответственно в год около 6500 кВтч (рис. 3). Рис. 4 показывает, как увеличивается дебит при изменении параметров конструкции и гравийной обсыпки (r - радиус водоприемника, $r'=r/m$, h - высота ствола под водоприёмником, $h'=h/m$, R - отношение сопротивление водоносного пласта к сопротивлению обсыпки).

В полевых исследованиях двух- и одноярусных конструкций дебиты получены $10,1 \text{ м}^3/\text{ч}$, и $4,6 \text{ м}^3/\text{ч}$, соответственно при понижении 2,22 м и 1,68 м. и удельные дебиты составили $4,6 \text{ м}^2/\text{ч}$ и $4 \text{ м}^2/\text{ч}$. В обоих случаях откачка проводилась в течение 5 ч в устойчивом режиме при стабилизации уровней через 20 мин. При этом в скважине на расстоянии 10,7 м наблюдалась срезка уровня при первом понижении на 0,08 м, при втором - на 0,07 м, в пьезометре, соответственно на 0,22 и 0,16 м.

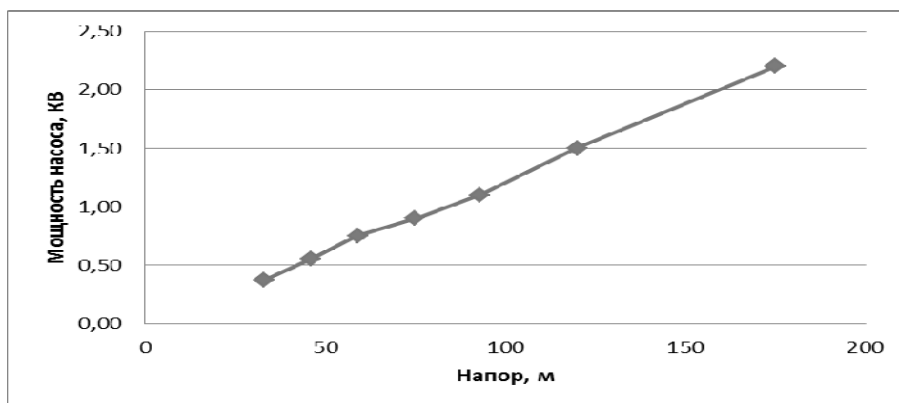


Рис. 3. Зависимость мощности насоса от напора при постоянном дебите 6 м³/час

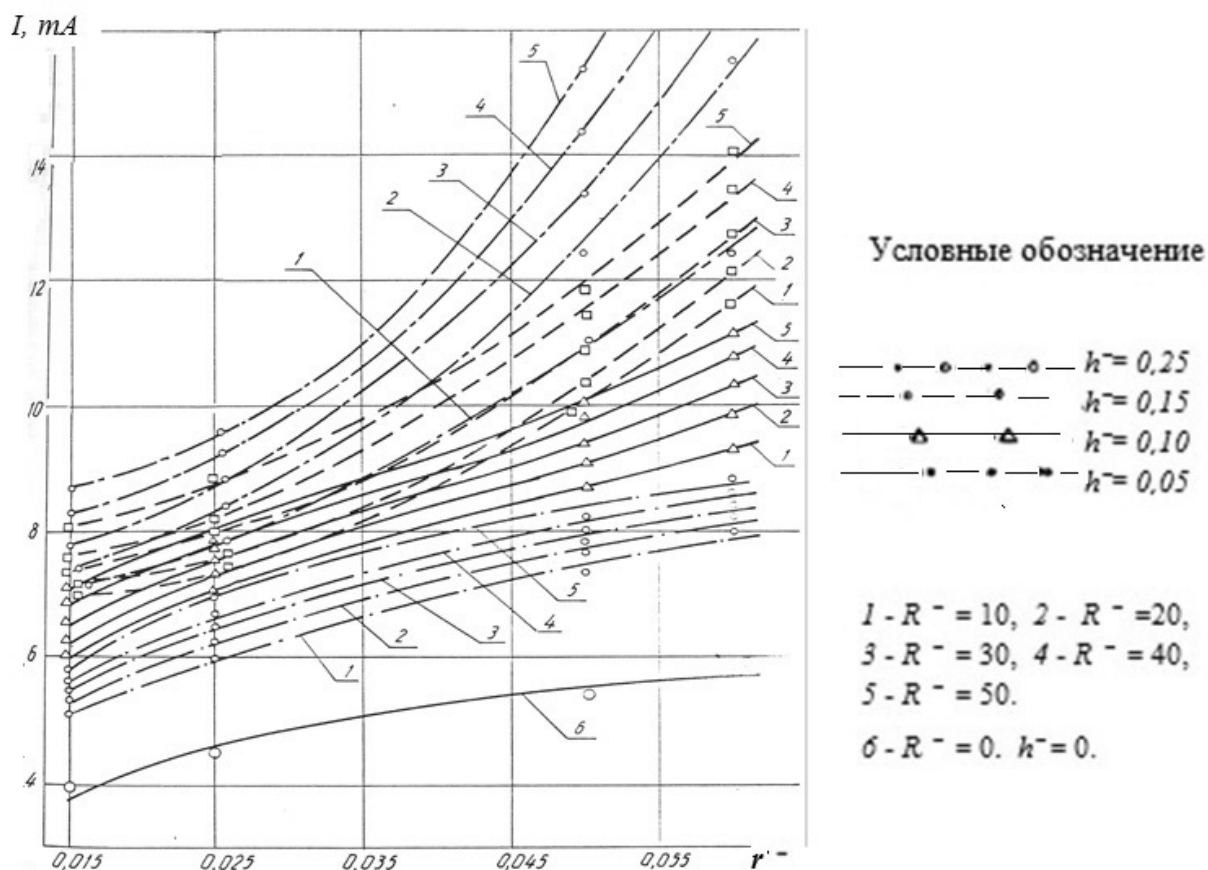


Рис. 4. Зависимость тока от разных радиусов зонтика при разных сопротивлениях гравийной засыпки

Дебит скважин с ФУГЗ можно ориентировочно определить по уравнению:

$$Q = 59 K m S I \mu, \quad (1)$$

где 59 - переходные коэффициенты от модели к натуре; K – коэффициент фильтрации водоносного горизонта, м²/сут; m - мощность водоносного горизонта, м; S – понижение уровня подземных вод, м; μ - коэффициент влияния водоносного горизонта (0,5-1), при m около 30, μ можно принимать 0,75; I – ток на модели, мА, который зависит от параметров скважин и определяется по рис. 4.

Допустимый дебит скважин с ФУГЗ можно определить по уравнению:

$$Q_{perm} = 0.67 \square_{perm} \pi r^2, \quad (2)$$

где 0,67 - коэффициент учитывающий неравномерность притока; \square_{perm} - допустимая скорость притока, который зависит от размера гравийной обсыпки; r - радиус водоприёмника.

Выводы. По возможности нужно применять скважину уширенного контура с гравийной обсыпкой. Гидравлическое сопротивление скважины с уширенной водоприёмной частью (ФУГЗ) невелико (около 10% от понижения уровня подземных вод), и можно применять при водопотреблении 200-300 м³/сут при радиусе водоприёмника около 35 см. У этих скважин большие удельные дебиты, малые металлоёмкости и низкие эксплуатационные затраты.

Литература

1. Богомолов Г.В., Станкевич Р.А. Бесфильтровые водозаборные скважины в рыхлых породах, (Теория и практика устройства). - Минск: Наука и техника, 1978. - 152 с.
2. Гуринович А. Д., Станкевич Р. А., Каястха К. П. Скважины с гравийно-зонтичным фильтром уширенного контура - новый тип водозаборных сооружений, (Мелиорация и вод. хоз-во). - Минск: ЦБНТИ 1990.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СВЕРДЛОВИН ИЗ ГРАВІЙНО-ПАРАСОЛЬКОВИМ ФІЛЬТРОМ РОЗШИРЕНОГО КОНТУРУ

К. П. Каястха

На підставі експериментальних досліджень з використанням електричних і фізичних моделей розроблена і обґрунтована нова конструкція водозабірних свердловин с гравійно-парасольковим фільтром і вивчена енергоефективність цієї конструкції.

ENERGY EFFICIENCY OF BELL TYPE WATERWELL WITH WIDE GRAVEL FILTER

Krishna P. Kayastha, Ph. D.

A new water well construction of bell type with wide gravel filter has been developed and conducted research using physical and electrical modeling as well as studied the energy efficiency of the construction.

Keywords: electrical and physical modelling, water well construction, bell type water well, water supply, irrigation, energy efficient water well.