

УДК 551.49 (075.8)

Т. Н. Мендебаев, д.т.н., проф., главный научный сотрудник,
Н. Ж. Смашов, ведущий инженер, ООО «Научно-внедренческий центр
«Алмас», Республика Казахстан, г. Алматы

e-mail: jailay@rambler.ru

Метод и средства освоения месторождений подземных вод принудительным самоизливом

В статье изложена суть метода разработки месторождений подземных вод принудительным самоизливом. Главные условия самоизлива – образование системы сообщающихся скважин вскрытие месторождений, где нисходящая скважина проводится большим диаметром и под большим углом наклона к горизонтали, чем связанная с ней восходящая скважина.

Описана конструкция устройство скважинного струйного аппарата, используемая для создания эффекта инжекции воды из водоносных пластов. Выполнены расчеты по определению ее конструктивных параметров.

Область применения метода – осушение шахт и карьеров, водообеспечения промышленности, сельского хозяйства и т.д. на без затратной основе.

Ключевые слова: *подземные воды, самоизлив, скважина, струйный аппарат, инжекция, водянистый пласт, осушение шахт и карьеров.*

T.N. Mendebaev, N. Zh. Smashov

Method and Means of Exploration for Croundwater Forced Spouting

In the article the essence of the method of developing the deposits of underground waters forced. The main conditions as education system of interconnected wells opening deposits, where the descending well conducted, large diameter under the large angle to the horizontal, than the associated rising well.

The design of the downhole device jet device used to create the effect of injection of water from aquifers. Calculations to determine its design parameters.

Area of application of the method - drainage of mines and quarries, water supply industry, agriculture etc. at no cost basis.

Keywords: *ground water, spouting, well, jet apparatus, injection, watery layer, the drainage of the mines and quarries.*

Проблемы повышения эффективности разработки месторождений подземных вод будут особенно актуальными в будущих условиях нехватки пресной воды.

В современных условиях недропользования традиционный способ бурения скважин на воду устарел, не обеспечивает достижения высокой информативности и продуктивности скважин при минимальных затратах.

Нужны принципиально новые решения проблем повышения эффективности освоения месторождений подземных вод, базирующийся на использования гидродинамических характеристик водоносных пластов, неизученных схем извлечения воды, применении физических эффектов и новейших достижений в области проводка скважин.

В этом отношении, по технологическим возможностям и достигаемому результату, наиболее привлекательным представляется метод принудительного самоизлива подземных вод, когда напорная вода поднимается на поверхность Земли без использования глубинных насосов и затрат.

На рисунке показана базисная схема реализации метода.

После изучения генезиса происхождения месторождений подземных вод, геологических условий залегания и интервалов расположения водоносных пластов, установление их характеристик и направление движения подземных вод, по расчетной трассе и углом наклона α_1 к горизонтали проводят нисходящий наклонный ствол 1, нижнее окончание которого плавно переводят в восходящее положение в направлении выхода на поверхность Земли.

Затем спуском съемного пакера и отбурочного устройства, с лежащей стенки нисходящей скважины 1 бурят боковой ствол 2 во встречном направлении движению воды (указаны стрелками). Обсаживают нисходящую скважину 1 колонной труб 3 с внутренним диаметром D до участка плавного, закругленного перехода, с размещением фильтровой части в водоносных пластах 4, разделенных водоупорными породами 5.

Следующий этап – для состыковки с плавным переходом нисходящей скважины 1, осуществляют бурение с поверхности Земли восходящей скважины 6, под углом наклона к горизонтали α_2 . Для повышения точности состыковки контролируемой измерительно-следящей системой, первоначальный диаметр восходящей скважины наименьший, последовательно расширяемой в несколько приемов. Восходящую скважину 6 также обсаживают колонной труб с внутренним диаметром d , на висячей стенке которой под острым углом к осевой линии скважины выполняют боковые отверстия 7, направленные навстречу движению воды в водоносных пластах.

Главные условия реализации метода $D \gg d$ и $\alpha_1 \gg \alpha_2$.

Завершением обсадки системы скважин, промывку и откачку осуществляют в обычном порядке до появления чистой воды без примесей песка и глины. Далее, в нисходящую скважину 1 с учетом число водоносных пластов 4 спускают и закрепляют внутри колонны труб 3

каскад связанных струйных аппаратов состоящие из сопло 8, приемной камеры 9, камеры смешения 10 и диффузора 11.

В скважинных условиях особенности порядка расположения струйных аппаратов заключаются в том, что вышерасположенная камера смешения струйного аппарата одновременно является соплом для нижерасположенной, что учитывается при выполнении практических расчетов. Еще один момент, приемная камера 9 должна находиться выше подошвы водоносных пластов 4, что минимизирует возможное попадание песка в струйный аппарат.

Гидродинамические процессы струйного аппарата описываются тремя законами сохранения: энергии, масс и импульсов движущихся жидкостей, что и является основой для расчета конструктивных параметров струйного аппарата [1].

Определяющим параметром эффективности работы струйных аппаратов является отношения площадей сечения камеры смещения f_k и сопла f_c . Этот параметр называют коэффициентом отношения m :

$$m = f_k / f_c, \quad (1)$$

Этот же коэффициент можно определить по другой формуле

$$m = \varphi_1^2 \varphi_2 \Delta P_c / \Delta P_k, \quad (2)$$

где $\varphi_1 \varphi_2$ – коэффициенты скоростей рабочего смешанного потоков (справочные данные); ΔP_c и ΔP_k - перепады давлений рабочего (в сопле) и смешанного потоков воды.

Площадь выходного сечения сопла f_c находят по формуле

$$f_c = \frac{G_{c1}}{\varphi_1} \sqrt{\frac{\gamma_c}{2 \Delta P_c}} M^2, \quad (3)$$

где γ_c – удельный объем рабочей среды, м³ / кг; G_{c1} – массовый расход рабочего потока через сопло, кг/с.

Массовый расход рабочего потока можно определить по формуле

$$G_{c1} = \frac{G_k}{1 + K_u}; \quad (4)$$

где G_k – массовый расход смешенного потока, K – коэффициент инжекции.

Площадь сечения камеры смещения f_k находим из совместного решения правых частей уравнений (1) и (2).

$$\frac{f_k}{f_c} = \varphi_1^2 \varphi_2 \Delta P_c / \Delta P_k; \quad f_k = f_c \varphi_1^2 \varphi_2 \Delta P_c / \Delta P_k \quad (5)$$

Длина сопла l_c выбирается из расчета

$$l_c = (6 \div 10) d_1 \quad (6)$$

Длина цилиндрической части выходного сечения сопла

$$l_u = (0,25 \div 0,5) d_1$$

Диаметр камеры смещения можно определять по двум формулам

$$d_2 = 1,13 \sqrt{f_k} \quad (7)$$

$$d_2 = d_1 \sqrt{m} \quad (8)$$

Коэффициент инжекции определяется отношением инжектируемого потока жидкости к рабочему

$$K_u = \frac{G_u}{G_{c1}} \quad (9)$$

В нашем случае, под инжектируемым потоком жидкости следует понимать водоотдачу водоносного пласта.

Диаметр приемной части камеры смещения (диаметр раструба)

$$d_3 = 1,55 d_1 (1 + K_u) \quad (10)$$

$$\text{Длина раструба} \quad l_p = \frac{d_3 - d_2}{2 \operatorname{tg} \beta}, \quad (11)$$

где β – угол между образующей входного участка камеры смещения и осью струйного аппарата.

Расстояние от сопла до приемной камеры смещения зависит от величины коэффициента инжекции K_u и определяется по формуле

$$l_{c1} = \frac{(0,37 + K_u)}{4,4a} d_1 \quad (12)$$

где a – опытная константа.

Длина цилиндрической части камеры смещения

$$l_k = (3,5 \div 8) d_2 \quad (13)$$

Конечный диаметр диффузора

$$d_q \gg 1,7 d_2 \quad (14)$$

Длина диффузора вычисляется по формуле

$$l_q = (6 \div 7) (d_q - d_2) \quad (15)$$

Принудительный самоизлив подземных вод по базисной схеме происходит следующим образом. Сформировавшийся в боковом стволе 2, верхнего водоносного пласта рабочий поток жидкости под действием пластового давления P_n и силы тяжести, через фильтровой части колонны труб 3 попадает вовнутрь струйного аппарата и протекая из сопла 8 в приемную камеру 9 увлекает воду из нижележащего водоносного пласта 4 имеющего перед приемной камерой 9 более низкое давление. Увлеченный поток называется инжектируемым.

Рабочий и инжектируемые потоки поступают в камеру смешения 10, где скорости их выравниваются, что, как правило, сопровождается повышением давления.

Протекая через каскад струйных аппаратов, и увлекая дополнительные массы воды из каждого водоносного пласта, через камеру смешения поток поступает в диффузор 11, где происходит дальнейший рост давления. Таким образом, давления потока воды на выходе из диффузора P_q значительно больше первоначального пластового давления P_n . Это и есть основное качество струйных аппаратов, повышение давления инжектируемого потока без непосредственной затраты механической энергии.

Из диффузора 11, напорный поток сжатой жидкости через закругленный плавный переход межскважинной стыковки попадает в восходящую скважину 6, и по пути отбирая новые массы инжектируемой воды из водоносных пластов через боковые отверстия 7, однонаправленно сливающимся с основным потоком выходит на поверхность Земли. При этом закруглением плавного стыкового перехода потери напора потока воды при повороте сводятся к минимуму [2].

К напорным водам относятся залегающие в различных структурно-геологических условиях – артезианские, лавовые вулканического покрова и трещинно-жильные.

Для реализации метода принудительного самоизлива наиболее подходят артезианские межпластовые воды, при вскрытии уровень этих вод устанавливается выше кровли содержащего их горизонта, а иногда выше поверхности Земли, распространены в большом интервале глубин от нескольких десятков метров до 12-15 км, обладают стабильным режимом и упругим характером фильтрации. [3].

Изучения геологического строения месторождения артезианских вод Казахстана показывает что, по предлагаемому методу абсолютное большинство из них могут быть переведены в режим устойчивого самоизлива. Этим может быть достигнут огромный прогресс в деле орошении сельхозугодий, водообеспеченности промышленности, осушении шахт и карьеров.

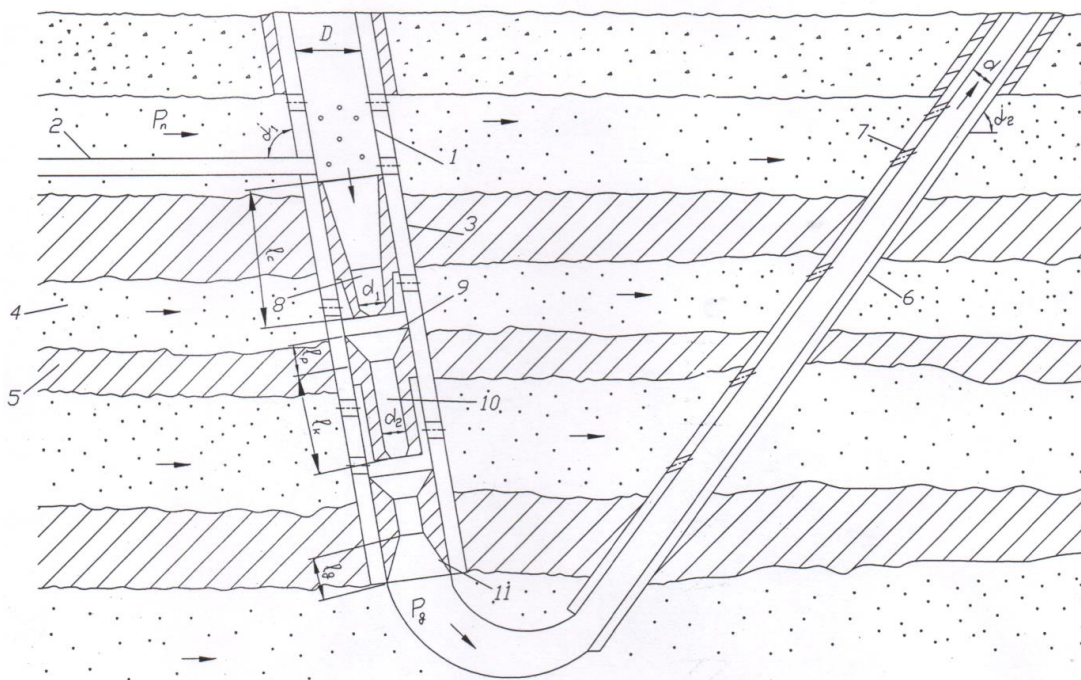


Рис. Базисная схема метода принудительного самоизлива подземных вод:

- 1 – нисходящая скважина; 2 – боковой ствол; 3 – колонна труб;
 4 – водоносный пласт; 5 – водоупорные породы; 6 – восходящая скважина;
 7 – боковые отверстия; 8 – сопло; 9 – приемная камера; 10 – камера смещения; 11 – диффузор.

Список литературы

1. **В.П. Дерусов.** Обратная промывка при бурении геологоразведочных скважин. Москва, «Недра», 1994, стр. 119-124.
2. **В.В. Юшкин.** Гидравлика и гидравлические машины. Изд. «Вышэйшая школа», Минск, 1974, стр. 92-93.
3. **В.А. Кирюхин, А.И. Коротков, А.Н. Павлов.** Общая гидрогеология. Ленинград, «Недра», 1988, стр. 258-259.