

## СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА И ПОПОЛНЕНИЯ ЗАПАСА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Феофанов Ю.А.<sup>1</sup>, Ряховский М.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, Россия (190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4), e-mail: mr1982@list.ru

Опыт работы и эксплуатации сооружений для забора подземных вод, а также сооружений для пополнения запасов подземных вод, важен для определения путей повышения производительности водоприемных сооружений, использования естественных условий для предварительной очистки воды, снижения антропогенного воздействия на окружающую среду. Создание баз данных существующих сооружений и результатов их работы позволит определить оптимальные параметры функционирования различных типов водозаборных сооружений подземных вод, повысить их эффективность, расширить область применения. В статье рассмотрен опыт использования водоприемных сооружений различного типа, их международная классификация и приведены результаты сравнения требований отечественных норм и новейших достижений в конструировании водоприемных сооружений. Даны рекомендации по внесению дополнений в действующие отечественные нормы.

Ключевые слова: водозаборные скважины, шахтные колодцы, горизонтальные водозаборы, лучевые водозаборы, инфильтрационные бассейны.

## THE GROUNDWATER INTAKE STRUCTURES AND THE ARTIFICIAL AQUIFER RECHARGE SYSTEMS

Feofanov Y.A.<sup>1</sup>, Ryakhovskiy M.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VPO "Saint-Petersburg State University of architecture and civil engineering", St. Petersburg, Russia (St. Petersburg, str. 2-ya Krasnoarmeyskaya, 4), e-mail: mr1982@list.ru

The experience of exploitation and operation of groundwater intakes structures and schemes which increase groundwater stock shows the ways of productivity increases such as following: to allow reducing anthropogenic influence on the environment; use of natural conditions for water pre-treatment. Data base formation of existing structures and their operation results allows defining optimal parameters of operation of different types of groundwater intakes and brings the opportunity to increase their productivity and expand the operation field. In this article is brought up the question of experience of use of different groundwater intakes and their international classification. Here are given the results of Russian demanding norms in comparison with the newest innovations in groundwater intakes structures. The article is provided with recommendations of placing some additions into currently existing Russian norms.

Keywords: water intake wells, trench (shaft), horizontal wells, infiltration galleries, infiltration sites.

### Введение

Сооружения для забора подземных вод различного типа применяются при добыче природной воды, при пополнении запаса подземных вод, а также при предварительной очистке поверхностной воды за счет естественных условий. Большинство, известных на сегодня типов сооружений, широко применяется на всей территории нашей страны. Известно, что в последние десятилетия проектирование и строительство сооружений данного типа для нужд водопроводно-коммунального хозяйства развивается на территории более чем 38 стран [6]. Результаты изучения опыта применения водоприемных сооружений в различных условиях должны учитываться при проектировании и строительстве, а также при разработке и актуализации действующих норм. Сближение требований отечественных норм со стандартами Европейского Союза, в том числе с Еврокодами, определено Министерством

регионального развития Российской Федерации одним из приоритетных направлений в Программе разработки строительных норм и правил в области инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений на 2010-2012 годы. В 2013г. вводится в действие актуализированная редакция СНиП 2.04.02-85\* [1], требования данных актуализированных норм распространяются на сооружения, рассматриваемые в статье.

### **Цель исследования**

Провести сравнительный анализ соответствия требований отечественных норм [1] с международным опытом применения данных сооружений [5, 6] и разработать рекомендации по внесению дополнений в отечественные нормы.

### **Материал и методы исследования**

В целях проведения наиболее точных и объективных исследований, в качестве исходных данных была выбрана база данных научно-исследовательского проекта «Естественные и искусственные системы для пополнения и инфильтрации» [6], выполненного в Компетенцетрум Вассер Берлин гГМБХ. Для исследования были отобраны публикации, связанные с настоящей темой, изданные в период с 1984 по 2012 гг. (всего 155 публикаций

, в том числе подрусловые [6];

- инфильтрационные сооружения открытого типа.

Требования, предъявляемые к сооружениям для забора подземных вод и пополнения запаса подземных вод, в целом соответствуют техническим характеристикам существующих водоприемных сооружений и международной классификации.

Ранее прове). Данные были проанализированы и систематизированы в соответствии с принятой международной классификацией, статистические данные были получены в программе Microsoft Office Access 2007.

Результаты исследования сравнивались с требованиями актуализированных норм [1].

При проведении настоящих исследований каптаж родников не рассматривался.

### **Результаты исследования**

Актуализированные нормы не имеют существенных отличий от предшествующих в части требований к водозаборным сооружениям подземных вод и сооружениям для пополнения запаса подземных вод.

Международный опыт показывает, что наиболее распространенными сооружениями являются:

- водозаборные скважины, которые также часто используются для пополнения запаса грунтовых вод в регионах с ограниченными водными ресурсами [9];

- горизонтальные водозаборы, в том числе береговые [6];

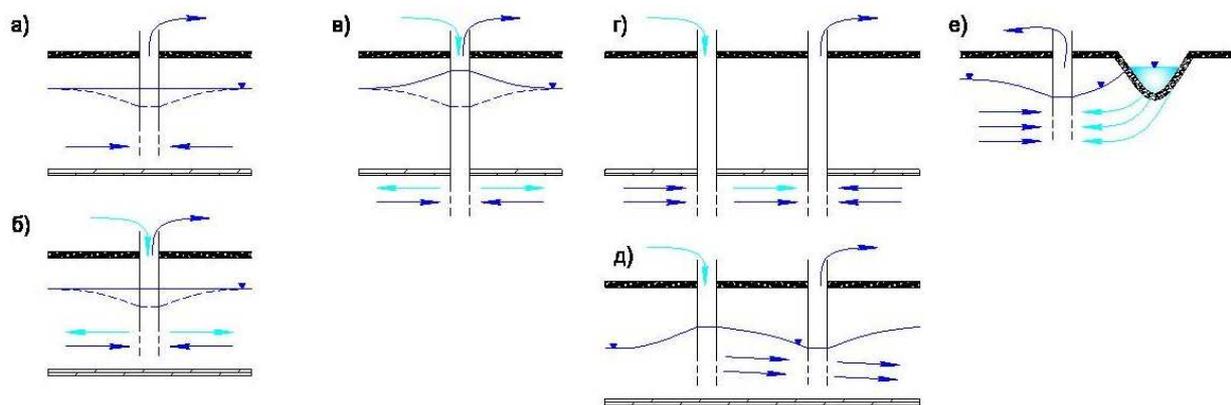
- лучевые водозаборы. Данные исследования показали, что учет и контроль факторов, влияющих на формирование качества воды в скважинах, может существенно упростить последующую очистку воды и снизить количество химических реагентов, идущих на технологические нужды процесса очистки. Использование физических и естественных химических, а также биологических процессов, проходящих в водоносном горизонте, биомониторинг зоны санитарной охраны и прилегающей к ней территории как средство контроля должны носить обязательный характер [2].

В основе схем управления качеством воды должно находиться неукоснительное выполнение требований отечественных норм, в которых указан полный перечень мероприятий и ожидаемых результатов [3]. При этом предполагается, что нормы учитывают опыт эксплуатации и научные достижения, в том числе и международные.

Далее приведены результаты исследований, которые показывают частные расхождения актуализированных норм и международного опыта строительства рассматриваемых сооружений в отношении функционального назначения водоприемных сооружений и их конструктивного исполнения.

#### *Водозаборные скважины*

Основное отличие актуализированных норм в части требований, предъявляемых к водозаборным скважинам, – отсутствие подробной классификации сооружений по принципу работы и функциональному назначению. Классификация, основанная на анализе базы данных по существующим водозаборным скважинам, представлена на рисунке 1.

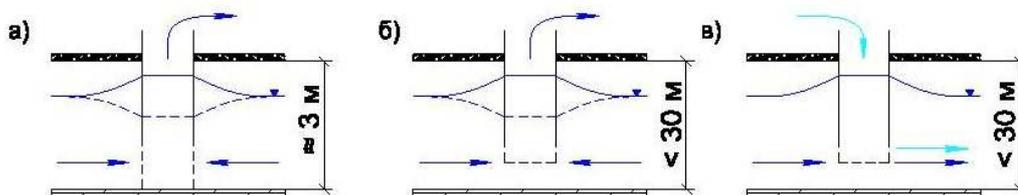


**Рис. 1** Водозаборные скважины: а) для добычи природной воды; б) для сезонного пополнения запаса подземных вод безнапорных водоносных пластов и добычи природной воды; в) для сезонного пополнения запаса подземных вод напорных водоносных пластов и добычи природной воды; г) для пополнения запаса подземных вод безнапорных водоносных пластов и добычи природной воды; д) для пополнения запаса подземных вод напорных водоносных пластов и добычи природной воды; е) для добычи берегового фильтрата.

Водозаборные скважины, показанные на рис. 1б – 1д, являются новым типом сооружений, которые позволяют обеспечивать бесперебойное водоснабжение в регионах с высоким ростом численности населения и ограниченными водными ресурсами, также данные сооружения используются для улучшения качества подземных вод путем смешивания и разбавления. При использовании водозаборных скважин (1б, 1в) как альтернативных источников водоснабжения резервные скважины в 20% случаев не предусмотрены при соответствующем обосновании на первых этапах развития систем водоснабжения муниципалитетов [8].

#### *Шахтные колодцы*

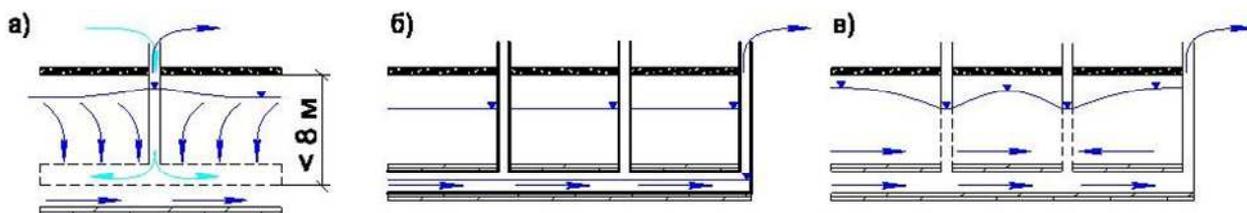
Шахтные колодцы (рисунок 2) также используются для пополнения запаса подземных вод (рис. 2в), в том числе и на территории России.



**Рис. 2 Шахтные колодцы: а) совершенного типа; б) несовершенного типа; в) несовершенного типа, используемые для пополнения запаса подземных вод.**

#### *Горизонтальные водозаборы*

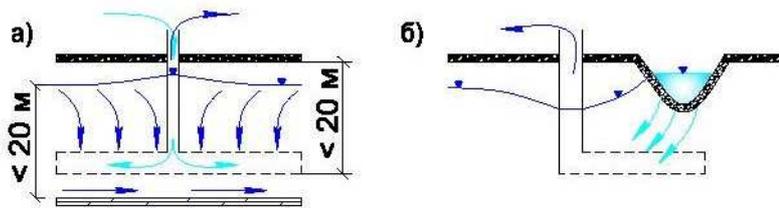
Горизонтальные водозаборы (рисунок 3) являются одним из самых распространенных типов водоприемных сооружений и в настоящее время используются для пополнения запасов подземных вод (рис. 3а). Глубина заложения горизонтальных водозаборов и водосборных галерей в безнапорных пластах составляет 6 ÷ 30 м.



**Рис. 3 Горизонтальные водозаборы: а) используемые для пополнения запаса подземных вод и их добычи; б) водоприемные галереи; в) водоприемные галереи инфильтрационных водозаборов.**

#### *Лучевые водозаборы*

Лучевые водозаборы (рисунок 4) равно как и горизонтальные используются для пополнения запасов подземных вод. Глубина заложения лучевых водозаборов составляет 25 ÷ 55 м. Лучевые и горизонтальные водозаборы предусматривают, как правило, вблизи поверхностных водотоков.

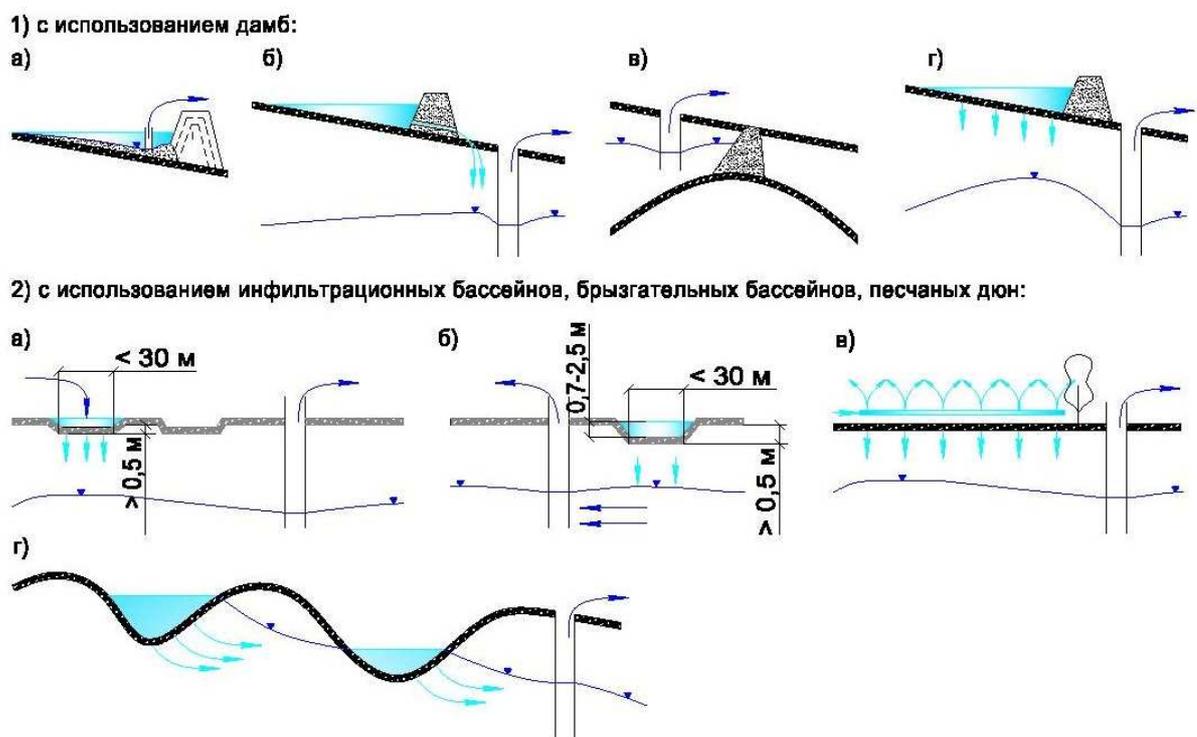


**Рис. 4** Лучевые водозаборы: а) используемые для пополнения запаса подземных вод и их добычи; б) инфильтрационных водозаборов.

*Сооружения искусственного пополнения запаса подземных вод, комбинированные водозаборы*

К сооружениям искусственного пополнения запаса подземных вод (рисунок 5) относятся также и ранее неописанные брызгательные бассейны (рис. 5.2в), широко применяемые в Финляндии, инфильтрационные дюны (рис. 2г). Сооружения с использованием дамб используются в Азии (рис. 5в-5г), на Востоке и в Африке (рис. 5а-5б).

Интерес представляет опыт применения комбинированных водозаборов в Англии, Франции [4, 7] и Германии, в первую очередь из-за комплексного устройства технологической линии добычи и предочистки природной воды с использованием естественных условий через применение водозаборных скважин, горизонтальных водосборов, инфильтрационных бассейнов. Применение комбинированных водозаборов позволяет обеспечить большую производительность сооружений, повысить их надежность.



**Рис. 5** Сооружения искусственного пополнения запаса подземных вод: 1а – песчаная дамба; 1б – инфильтрационная дамба; 1в – подземная дамба; 1г – надземная дамба; 2а –

открытого типа с использованием очищенных стоков; 2б – открытого типа с использованием природных вод; 2в – брызгательные бассейны/участки; 2г – инфильтрационные дюны.

### **Выводы**

В результате настоящих исследований и основываясь на результатах предыдущих, связанных с настоящей темой, можно рекомендовать следующие изменения в актуализированные нормы:

- внести дополнения в требования, предъявляемые к типам и схемам размещения водозаборных сооружений, в части учета результатов инженерно-экологических исследований с целью использования естественных условий окружающей среды для предварительной очистки воды;

- дополнить требования норм новыми показателями (физическими, химическими, биологическими), влияющими на качество добываемой природной воды, которые должны определяться в результате инженерно-экологических изысканий;

- ввести новые требования по обязательному использованию скважин биомониторинга в зонах санитарной охраны источников питьевого водоснабжения;

- дополнить требования, предъявляемые к водозаборным скважинам, используемым для искусственного пополнения запаса подземных вод, классификацией сооружений по принципу работы и функциональному назначению;

- расширить перечень открытых и закрытых сооружений для пополнения запаса подземных вод.

### **Список литературы**

1. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-85\*: утв. Минрегионом России: дата введ. 01.01.2013 – М., 2012. – С. 12-19.

2. Феофанов Ю. А. Факторы, влияющие на формирование качества воды в инфильтрационных водозаборах/ Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский/ Современные проблемы науки и образования – 2012. - №4 – С. 1.

3. Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский Управление качеством воды при использовании береговой фильтрации// Доклады Международного конгресса посвященного 180-летию СПб ГАСУ «Наука и инновации в современном строительстве – 2012» – Санкт-Петербург, 10-12 октября 2012.

4. David B. Applications of MAR for water supplies – Experience and Perspectives/ Boris David, Gesche Grützmaker// Presentation from the 2010 World Water Week in Stockholm – Stockholm, September 5-11, 2010.
5. Dillon P. Managed aquifer recharge: An Introduction/ Peter Dillon, Paul Pavelic, Declan Page, Helen Beringen, John Ward/ Waterlines Report Series – 2009. - №13 – P. 5.
6. Grützmaker G. Bank filtration and aquifer recharge for drinking water production: application, efficiency and perspectives – an integration of NASRI outcomes and international experiences/ G. Grützmaker, B. Wiese, I. Hülshoff, D. Orlikowski, E. Hoa and Y. Moreau-Le Golvan/ Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH – Berlin, Germany, 2012. - P. X, 3-4.
7. Harris S. NLARS: Evolution of an Artificial Recharge Scheme/ Sally Harris, Marcus Adams and Michael Jones// 5<sup>th</sup> International Symposium on Management of Aquifer Recharge: Recharge systems for protecting and enhancing groundwater resources – Berlin, June 10-16, 2005.
8. Pyne D. Known Operating ASR Systems in the United States (as of May 2004)/ ASR Systems LLC – May 2004.
9. The Class V Underground Injection Control Study. Volume 21 Aquifer Recharge and Aquifer Storage and Recovery Wells/ US Environmental Protection Agency Office of Ground Water and Drinking Water – September 1999 – P. 2, 5-7.

**Рецензенты:**

Верстов Владимир Владимирович, доктор технических наук, профессор, кафедра технологии строительного производства ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г.Санкт-Петербург.

Захаревич Михаил Борисович, доктор технических наук, профессор, кафедра водопользования и экологии ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г.Санкт-Петербург.