



Применение стеклопласти- ковых труб в качестве ограждающих конструкций водопроводных сооружений

Рецензия эксперта на статью получена
20.06.2023 [The expert review of the article
was received on June 20, 2023]

Введение

В последнее время общемировая строительная индустрия демонстрирует устойчивые тенденции в стремлении к большей экономической эффективности, использования земельных участков под сооружения и сокращению сроков строительства. При устройстве систем водоснабжения и водоотведения наиболее трудозатратными и материалоемкими являются работы по возведению различного рода и назначения ёмкостных водопроводных сооружений, к которым относятся:

- насосные станции;
- напорно-регулирующие устройства (ёмкости запаса воды);
- сооружения для размещения оборудования на водозаборных сооружениях;
- станции водоподготовки и водоочистки.

В настоящее время широко применяются в системах водоснабжения различные ёмкости запаса воды и насосные станции, отличающиеся друг от друга по назначению, по конструкции, по применяемым материалам и оборудованию [1]. Выбор типа резервуара для хранения запасов воды, его конструктивные особенности и расположение на местности основывается на расчётах совместной ра-

боты насосных станций и сети с учётом местных условий и технологических требований [2, 3].

Методы

Одним из способов повышения экономической эффективности при проектировании технологических ёмкостных водопроводных сооружений, устраиваемых на магистральных водоводах, является технологический приём объединения отдельно размещаемых основных и вспомогательных сооружений в единый блок-модуль. Блок-модуль, как правило, представляет собой цельную капсулу из полимерных или иных материалов, внутри которой размещается всё необходимое (основное и вспомогательное) оборудование.

Одним из способов повышения экономической эффективности при проектировании технологических ёмкостных водопроводных сооружений является технологический приём объединения отдельно размещаемых основных и вспомогательных сооружений в единый блок-модуль

УДК 355.7: 355.673.5: 628.132. Научная специальность: 2.1.4 (05.23.04).

Применение стеклопластиковых труб в качестве ограждающих конструкций водопроводных сооружений

А. А. Шипилов, к.т.н., генеральный директор ООО «СпецСтройПроект»;
О. А. Продроус, д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «ИНКО-эксперт»;
Д. И. Шлычков, к.т.н., доцент, кафедра «Водоснабжение и водоотведение»,
Московский государственный строительный университет (НИУ «МГСУ»)

В статье описана тенденция применения стеклопластиковых труб большого диаметра в качестве ограждающих конструкций водопроводных сооружений блок-модульного типа. Показаны возможности сокращения сроков строительства таких объектов за счёт объединения в блок-модули отдельных элементов и сооружений. Проведено сравнение физико-механических и химических характеристик стеклопластиковых, стальных, поливинилхлоридных и бетонных материалов, из которых изготавливаются ёмкостные сооружения водоснабжения. Показана экономическая эффективность, стоимость строительно-монтажных работ и сроки их выполнения.

Ключевые слова: резервуары из стеклопластика блок-модульного типа, водопроводные ёмкостные сооружения, полимерные трубы большого диаметра, ограждающие конструкции, экономическая эффективность применения.

UDC 355.7:355.673.5:628.132. The number of scientific specialty: 2.1.4 (05.23.04).

Application of large diameter glass-plastic pipes as enveloping structures of water supply facilities of block-modular type

A. A. Shipilov, PhD, general director of "Spetsstroyproekt", LLC; **O. A. Prodous**, Doctor of Technical Sciences, Professor, general director of "INKO-Expert", LLC; **D. I. Shlychkov**, PhD, Associate Professor, the Department of Water Supply and Sanitation, Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

The article reveals the trend of using large-diameter fiberglass pipes as enclosing structures of block-modular water supply structures. The possibilities of reducing the construction time of such facilities by combining individual elements and structures into block modules are shown. A comparison of the physical, mechanical and chemical characteristics of fiberglass, steel, polyvinyl chloride and concrete materials from which the capacitive water supply facilities are made is carried out. The economic efficiency, the cost of construction and installation works and the timing of their execution are shown.

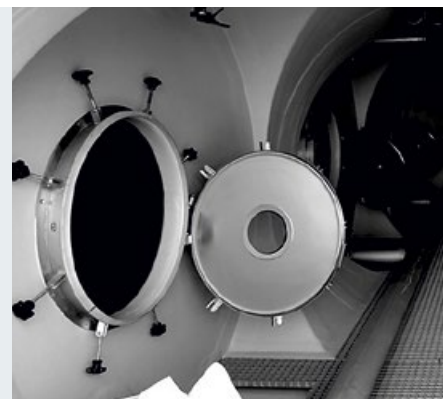
Key words: block-modular fiberglass reservoirs, water capacitive structures, large-diameter polymer pipes, enclosing structures, economic efficiency of application.

В зависимости от назначения водоводов и их схемных решений блок-модули могут содержать водопроводное оборудование разного назначения, например:

- блок-модуль резервуара (хозяйственно-питьевого, противопожарного или объединённого), совмещённого с насосной станцией (мини ГЭС);
- блок-модуль резервуара (хозяйственно-питьевого, противопожарного или объединённого), совмещённый с водозаборной скважиной и (или) узлом учёта воды;
- блок-модуль резервуара (хозяйственно-питьевого, противопожарного или объединённого), совмещённый с насосной станцией и станцией водоподготовки.

Сокращение сроков строительства предполагает использование новых современных материалов и инновационных методов возведения различных объектов. Например, объединение в блок-модуль отдельных элементов и сооружений, что позволяет в заводских условиях изготавливать отсек блок-модуля со всем требуемым технологическим оборудованием, соединённым инженерными сетями в единое целое, и поставлять его на строительную площадку в готовом к эксплуатации виде.

Для изготовления быстровозводимых водопроводных ёмкостных сооружений блок-модульного типа наибольшее предпочтение имеют полимерные трубы большого диаметра из стеклопластика, используемые в качестве ограждающих конструкций, производства фирм Nobas, Helux или аналогичных отечественных производителей.



✶✶ Рис. 1. Непроницаемая перегородка: вид на блок-модуль снаружи (слева) и изнутри

Основные преимущества этих труб:

- их физические, физико-механические и химические свойства — эти трубы наиболее пригодны для применения в качестве ограждающих конструкций ёмкостных водопроводных сооружений;
- возможность устройства внутри трубы непроницаемой перегородки для разделения внутреннего объёма на «сухую» и «мокрую» части с возможностью увеличения (уменьшения) внутреннего объёма этих частей блок-модуля с наименьшими затратами в минимальные сроки;
- простота и высокая скорость сборки из отдельных элементов в единую конструкцию ёмкостного сооружения блок-модульного типа;
- возможность устройства ёмкостных водопроводных сооружений различной конфигурации для обеспечения требуемого внутреннего объёма;
- возможность укладки труб без подготовки специального основания.

Перечисленные преимущества использования стеклопластиковых труб большого диаметра в качестве ограждающих конструкций ёмкостных водопроводных сооружений рассмотрим более детально.

В табл. 1 приведены физико-механические и химические характеристики труб из разных материалов.

Сравнение физических, физико-механических и химических свойств различных материалов (табл. 1) показывает, что стеклопластик, как и ПВХ, имеет малый удельный вес, высокую устойчивость к коррозии, к блуждающим токам и биозаращению. При этом стеклопластик, в сравнении с ПВХ, более стойкий материал по отношению к разрушающим напряжениям. Данный факт подтверждается результатами лабораторных испытаний.

Новая конструкция резервуара блок-модульного типа диаметром 3 м разработана с использованием стеклопластиковых труб фирмы Nobas. Особенностью данной конструкции является наличие внутренней непроницаемой перегородки, делящей корпус ёмкости на два отсека: «мокрый» отсек и «сухой» отсек. На рис. 1 показана непроницаемая перегородка, разделяющая внутренний объём трубы на «сухую» и «мокрую» части.

«Мокрый» неэксплуатируемый отсек резервуара блок-модульного типа предназначен для аккумуляции требуемого объёма воды необходимого качества. Например, объём «мокрого» отсека противопожарного блок-модуля определяется из расчёта подачи воды на нужды системы пожаротушения объекта, а хозяйственно-питьевого блок-модуля — по сумме расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды и аварийного расхода.

В «сухом» эксплуатируемом отсеке блок-модулей размещены: запорно-регулирующая арматура, насосные установки, фильтры-поглотители (для хозяйственно-питьевых блок-модулей), щиты управления и автоматизации, контрольно-измерительные приборы.

✶✶ Сравнение физических, физико-механических и химических свойств материалов табл. 1

Параметр	Стекло-пластик	Сталь	ПВХ	Бетон
Теплопроводность, Вт/(м ² ·°С)	0,33	52	0,137	0,18
Удельный вес, кг/м ³	1,8	7,8	1,4	2,4
Абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенок (новая/старая)	0,05/0,05	0,075/2,0	0,1/0,1	0,75/2,5
Разрушающее напряжение при растяжении, МН/м ²	410–1180	410–480	41–48	0,049–0,294
Предел прочности при изгибе, МН/м ²	690–1240	400	30–110	5000
Модуль упругости при растяжении, ГПа	21–41	210	2,8	0,019–0,395
Коэффициент линейного расширения, ×10 ⁻⁶ °С	5–14	11–14	54–75	10–14
Срок службы, лет	более 50	до 10–15	20–50	15–20
Ударопрочность	Наилучший показатель	Хорошая	Средняя	Средняя
Обслуживание	Не требуется	Регулярно	Периодически	Регулярно
Устойчивость к коррозии	Устойчив	Корродирует	Устойчив	Устойчив
Морозостойкость, °С	до –40 (–80)	до –60	до –10	до –50
Устойчивость к блуждающим токам	Диэлектрик	Проводник	Диэлектрик	Неустойчив
Устойчивость к биозаращению	Высокая	Средняя	Высокая	Низкая
Устойчивость к химически агрессивным средам	Повышенная	Высокая	Высокая	Низкая

Насосные установки, в зависимости от назначения резервуара блок-модульного типа, могут располагаться как в «сухом» эксплуатируемом отсеке, так и непосредственно в «мокром» неэксплуатируемом отсеке [4]. Объём «мокрой» и «сухой» частей резервуара блок-модульного типа может быть увеличен или уменьшен за счёт изменения количества и вида отдельных элементов.

Пример увеличения объёма блок-модуля за счёт добавления двух дополнительных секций приведён на рис. 2.

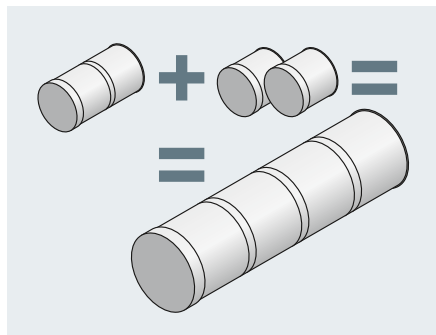


Рис. 2. Увеличение объёма блок-модуля при помощи дополнительных секций

За счёт использования фасонных частей, изготавливаемых из стеклопластиковых труб в заводских условиях, достигается высокая скорость монтажа и простота сборки резервуаров блок-модульного типа, а также других ёмкостных водопроводных сооружений.

В зависимости от местных условий, от размеров площадки, выделенной под размещение сооружений, от назначения сооружения, а также от наличия и количества в составе сооружения различных элементов технологической схемы, данные ёмкостные водопроводные сооружения блок-модульного типа могут выполняться в различных конфигурациях для обеспечения необходимого внутреннего объёма отсеков.

Одним из наиболее сложных и трудоёмких процессов при возведении ёмкостных водопроводных сооружений традиционным методом является устройство фундаментов под отдельно размещаемые элементы в пределах площадки строительства. Отличительной особенностью при возведении сооружений блок-модульного типа является то, что для их укладки и сборки на месте не требуется возведения каких-либо дополнительных устройств — нужно всего лишь устройство обычного щебёночного основания.

Также блок-модули могут быть заглублены в грунт полностью или частично с обваловкой слоем грунта, обеспечивающим теплоизоляцию резервуаров.

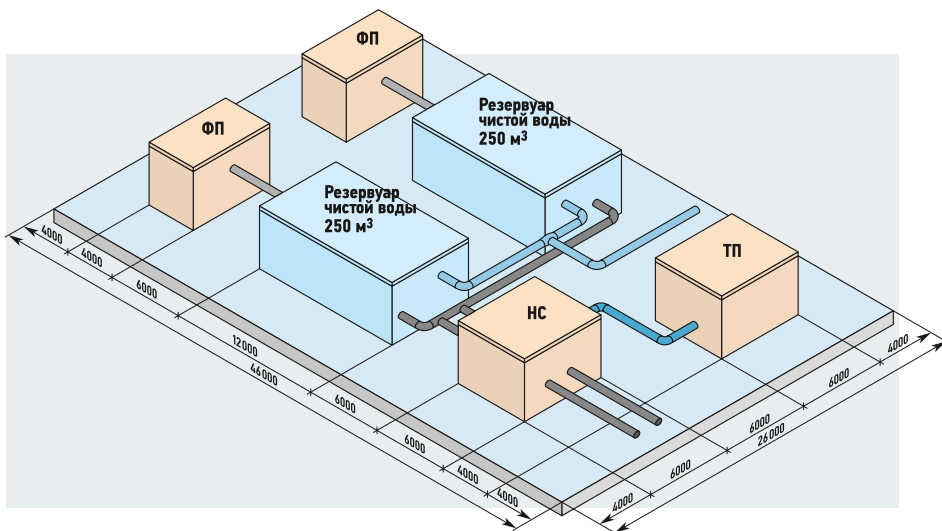


Рис. 3. Вариант типовой компоновки узла водопроводных сооружений из отдельно расположенных сооружений объёмом 500 м³

При разработке различных проектов магистральных водоводов ООО «СпецСтройПроект» было произведено сравнение двух вариантов компоновки технологического узла водопроводных сооружений общим объёмом 500 м³ (рис. 3):

□ вариант типовой компоновки узла водопроводных сооружений из отдельно расположенных компонентов [двух хозяй-

ственно-питьевых резервуаров [4], повысительной насосной станции (НС), помещений фильтров-поглоителей (ФП) и трансформаторной подстанции (ТП)];

□ вариант предлагаемой компоновки узла водопроводных сооружений (рис. 4) с двумя блок-модулями, которые состоят из хозяйственно-питьевых резервуаров объёмом 500 м³, совмещённых с повысительной насосной станцией (НС), фильтрами-поглоителями (ФП) и трансформаторной подстанцией (ТП).

Минимальная площадь участка водопроводных сооружений по варианту типовой компоновки составит:

$$S_{\min} = 46 \times 26 = 1196 \text{ м}^2.$$

По варианту с блок-модулями данная площадь окажется равной:

$$S_{\min} = 33 \times 24 = 792 \text{ м}^2.$$

Площадь уменьшилась на 404 м², одновременно с этим сократилось количество внутриплощадочных сетей, а также капитальные затраты на их монтаж [5].

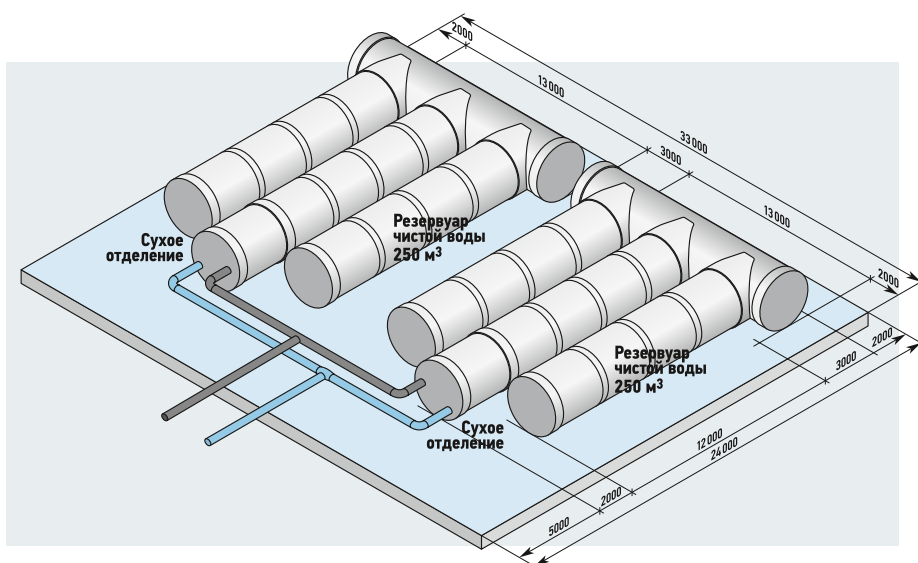


Рис. 4. Вариант предлагаемой компоновки узла водопроводных сооружений с двумя блок-модулями общим объёмом 500 м³

Фото: ГК «Стройкомплекс», ООО «СК «СПб-Гранит», skspb.com



Горнолыжный курорт «Альпика-Сервис» в посёлке Красная Поляна

Результаты

Использование предлагаемой (с единым блок-модулем) компоновки технологического узла водопроводных сооружений позволяет сократить:

- габаритные размеры участка под технологический узел — на 30–45 %;
- затраты на строительно-монтажные работы — в полтора-два раза;
- сроки выполнения строительно-монтажных работ — в три-пять раз.

Компанией ООО «СпецСтройПроект» для объектов горноклиматического курорта «Альпика-Сервис» в Красной Поляне (Адлерский район муниципального образования город-курорт Сочи, Краснодарский край) была разработана проектно-

конструкторская документация на блок-модули, в которых в качестве ограждающей конструкции использовались стеклопластиковые трубы большого диаметра.

Блок-модули предлагаемой конструкции в виде ёмкостных сооружений системы хозяйственно-питьевого водоснабжения разработаны для элементов:

- блок-модуля хозяйственно-питьевого резервуара, совмещённого с повысительной насосной станцией, фильтрами-пленочными и щитами управления и автоматики (общий вид и конструктивные элементы показаны на рис. 5);
- блок-модуля для размещения повысительных (бустерных) насосов, щитов управления и автоматики, а также устройств

для гашения гидравлического удара (общий вид и вариант размещения бустерных насосов показаны на рис. 6).

На основании выполненной проектно-конструкторской, технологической и сметной документации была оформлена заявка и получен патент на данное изобретение [6].

В настоящее время водопроводные сооружения блок-модульного типа из стеклопластиковых труб большого диаметра рассматриваются в проекте «Тебердинский магистральный групповой водовод» в качестве оголовков водозаборных скважин, резервуаров запаса воды, модулей для размещения гидрогенерирующих установок, а также для размещения запорно-регулирующей и предохранительной арматуры с элементами управления магистральным водоводом [7, 8].

Выводы

Мобильность при поставке к месту размещения, быстрота и простота монтажа узлов водопроводных сооружений блок-модульного типа позволит существенно сократить капитальные затраты при строительстве новых и реконструкции существующих объектов водоснабжения в ЖКХ, на сооружениях железнодорожного водоснабжения и объектах военной инфраструктуры. ●



Рис. 5. Общий вид блок модуля (а) и его конструктивные элементы (б)

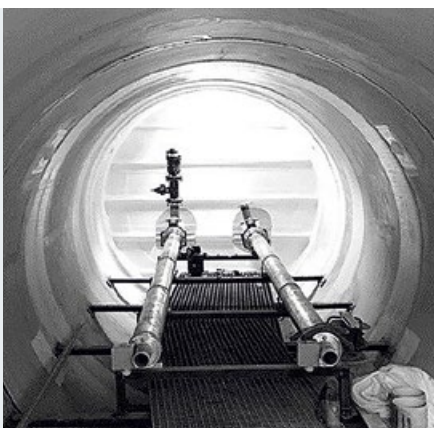


Рис. 6. Общий вид насосной станции (а) и размещение бустерных насосов (б)

1. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализ. ред. СНиП 2.04.02–84 (с Изм. №1) / Дата введ.: 01.01.2013.
2. Кузьмин Ю.М., Кошелев Г.Н. Водоснабжение. Ч. 1: Водоснабжение объектов общественного строительства. — Л.: ЛВВИСКУ, 1981. 240 с.
3. Шипилов А.А., Скуднева И.А. Проектирование резервуаров запаса воды для сейсмических районов / Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2016»: Мат. IX Межд. науч.-практ. конф. / ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова (05–07.11.2016, г. Ростов-на-Дону). — Новочеркасск: Изд-во «Лик», 2016. С. 119–123.
4. Типовой проект 901-4-95с.86. Резервуар для воды прямоугольный железобетонный сборный ёмкостью 100–250 м³ для сейсмических районов (с применением изделий промзданий), сейсмичность 9 баллов: Альбом I–VI. — М.: Госстрой СССР, 18.08.1986.
5. Шипилов А.А., Усков К.А., Горобец А.Ю. Опыт проектирования магистральных трубопроводных систем водоснабжения и водоотведения в особых горноклиматических условиях // Военный инженер, 2018. №4. С. 20–29.
6. Патент RU 2759609 С1. МПК E03B 11/00, E03F 5/00. Узел водопроводных сооружений блок-модульного типа / А.А. Шипилов, А.Ю. Горобец, К.А. Усков. Патентообл.: А.А. Шипилов; заявл.: 11.09.2020; опубл.: 16.11.2021. Бюл. 32.
7. Прокоус О.А., Шипилов А.А., Бляшко Я.И., Джанбеков Б.А., Чернышов Л.Н., Дронов А.А., Мурлин А.А., Ивашенко В.В. Гидроэнергетический комплекс на базе Тебердинского магистрального группового водопровода // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение, 2018. №5. С. 54–60.
8. Прокоус О.А., Шипилов А.А. Особенности проектирования трубопроводов систем водоснабжения для горных условий с высокой сейсмичностью // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение, 2018. №8. С. 64–68.

References — see page 78.

Application of large diameter glass-plastic pipes as envelaining structures of water supply facilities of block-modular type. Pp. 26–29.

Andrey A. Shipilov, PhD, general director of “Spetsstroyproekt”, LLC; **Oleg A. Prodous**, Doctor of Technical Sciences, Professor, general director of “INKO-Expert”, LLC; **Dmitry I. Shlychkov**, PhD, Associate Professor, the Department of Water Supply and Sanitation, Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. SP 31.13330.2012 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 31.13330.2012]. *Vodosnabzhenie. Naruzhnye seti i sooruzheniya. Aktualiz. red. SNiP 2.04.02–84 (s Izm. №1)* [Water supply. External networks and structures. Updated edition of Building Rules & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 2.04.02–84 (with Amendment No. 1)]. Date of impl.: January 1, 2013. [In Russian]
2. Ju.M. Kuz'min, G.N. Koshelev. *Vodosnabzhenie. Ch. 1: Vodosnabzhenie ob'ektov obshhevojskovogo stroitel'stva* [Water supply. Part 1: Water supply for combined arms construction facilities]. Leningrad. LVVTSKU [Leningrad Higher Military Engineering Construction School of the Red Banner]. 1981. 240 p. [In Russian]
3. A.A. Shipilov, I.A. Skudneva. *Proektirovanie rezervuarov zapasa vody dlja seismicheskikh rajonov* [Design of water storage tanks for seismic areas]. *Tekhnologii ochistki vody “TEKHNOVOD-2016”: Mat. IX Mezhd. nauch.-prakt. konf. (October 5–7, 2016, Rostov-on-Don)* [Water purification technologies “TEKHNOVOD-2016”: Proc. of the IX International Scientific and Practical Conference]. JuRGPU [Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)]. Novocherkassk. Izd-vo “Lik” [“Lik” Publishing House]. 2016. Pp. 119–123. [In Russian]
4. *Tipovoj projekt 901-4-95s.86* [The standard project No. 901-4-95s.86]. *Rezervuar dlja vody prjamougol'nyj zhelezobetonnyj sbornyj emkost'ju 100–250 m³ (s primeneniem izdelij promzdanij) seismichnost' 9 ballo* [Rectangular reinforced concrete prefabricated water tank with a capacity of 100–250 m³ (using industrial building products) seismicity 9 points]. [In Russian]
5. A.A. Shipilov, K.A. Uskov, A. Ju. Gorobets. *Opyt proektirovaniya magistral'nykh truboprovodnykh sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya v osobykh gornoklimaticheskikh usloviyakh* [Experience in designing main pipeline systems for water supply and sanitation in special mountain and climatic conditions]. *Voennyj inzhener* [“Military engineer” Magazine]. 2018. No. 4. Pp. 20–29. [In Russian]
6. Patent RU 2759609 C1. IPC E03V 11/00, E03F 5/00. *Uzel vodoprovodnykh sooruzhenij blok-modul'nogo tipa* [Node of water supply facilities of block-modular type]. A.A. Shipilov, A.Ju. Gorobets, K.A. Uskov. Patentee: A.A. Shipilov; decl.: 11.09.2020; publ.: 16.11.2021. Bull. No. 32. [In Russian]
7. O.A. Prodous, A.A. Shipilov, Ja.I. Bljashko, B.A. Dzhanbekov, L.N. Chernyshov, A.A. Dronov, A.A. Murlin, V.V. Ivashhenko. *Gidrojenergeticheskij kompleks na baze Teberdinskogo magistral'nogo gruppovogo vodoprovoda* [Hydropower complex on the basis of the Teberdinsky main group water pipeline]. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie* [“Water purification. Water treatment. Water supply” Magazine]. 2018. No. 5. Pp. 54–60. [In Russian]
8. O.A. Prodous, A.A. Shipilov. *Osobennosti proektirovaniya truboprovodov sistem vodosnabzheniya dlja gornykh uslovij s vysokoj seismichnost'ju* [Features of designing pipelines for water supply systems for mountain conditions with high seismicity]. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie* [“Water purification. Water treatment. Water supply” Magazine]. 2018. No. 8. Pp. 64–68. [In Russian]