

РЕКОНСТРУКЦИЯ БЕРЕГОВОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ, СОВМЕЩЕННОЙ С ВОДОЗАБОРОМ, БЕЗ ОСТАНОВКИ РАБОТЫ ПАО «ЧЕЛЯБИНСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

И.А. Арканова¹, А.А. Носков²

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

² ПАО «Челябинский металлургический комбинат»

Разработан план реконструкции береговой насосной станции, совмещенной с водозабором ПАО «Челябинский металлургический комбинат» (ПАО «ЧМК»). Приведены характеристики по качеству и количеству воды, необходимой для основного производства ПАО «ЧМК». Выполнена ревизия береговой насосной станции, совмещенной с водозабором ПАО «ЧМК», доказана необходимость реконструкции для обеспечения надежности, соответствия современным требованиям водозабора промышленного предприятия, что связано с расширением основного производства ПАО «ЧМК». Подобрано основное оборудование, что повлекло увеличение размеров самой насосной станции.

Ключевые слова: насосная станция, водозабор, основное производство, ПАО «ЧМК», насосы, качество и количество воды, идущей на технические нужды.

Стабильная работа предприятия во многом зависит от надежного снабжения его водой необходимого количества, требуемого качества, с соответствующим напором для функционирования всех технологических циклов промышленного предприятия.

Ряд предприятий не допускает не только перерыва (даже кратковременного) в подаче воды, но и всякого снижения расхода воды. Нарушение установленного режима подачи воды может привести к серьезным авариям оборудования, причиняющим большой материальный ущерб и создающим опасность для жизни людей; изменение режима подачи или изменение качества подаваемой воды может повлечь за собой ухудшение качества (брак) продукции. Таким образом, обеспечение высокой надежности системы производственного водоснабжения необходимо для стабильного выпуска продукции промышленных предприятий, особенно важно рассматривать эти вопросы в момент их реконструкции, увеличения производственной мощности.

ПАО «ЧМК» входит в группу компаний «Мечел» и выпускает широкий ассортимент продукции: кокс, чугун, прокат стальной, полуфабрикаты стального проката из углеродистой и специальной стали, а также кованые заготовки. С 2003 года Челябинский металлургический комбинат имеет сертификат соответствия менеджмента качества международному стандарту ISO 9001:2000.

Водозабор насосной станции первого подъема ПАО «ЧМК» расположен на левом берегу реки Миасс, в районе Челябинской ГРЭС в пределах городской застройки Челябинска для обеспечения технической водой комбината и промышленных предприятий Металлургического района Челябинска.

По надежности подачи воды потребителям водозабор относится к 1 категории. Согласно [1–4] количество рабочих агрегатов в одной группе должно быть не менее двух и установлено дополнительно два резервных насоса. Таким образом, на насосной станции ПАО «ЧМК» должно быть не менее четырех насосов.

Забор воды осуществляется через шесть водоприемных окон размером 1,5×1,5 м, оборудованных решетками и подъемными плоскими затворами. Перед водоприемными окнами предусмотрена затопленная водоприемная камера, размером 26×3 м в виде металлического каркаса с окнами для размещения цилиндрических фильтрующих кассет. Фильтрующий наполнитель кассет – керамзит с крупностью зерен 25–30 мм. Из приемной камеры речная вода по всасывающим линиям поступает к насосному оборудованию и далее по напорным водоводам через камеру переключений подается на промышленную площадку завода. Диаметр всасывающих линий – 1400 мм, напорных – 800 мм. Насосная станция оборудована тремя насосами 22 НДС (1 рабочий + 2 резервных) производительностью 4700 м³/ч и напором 90 м. На всасывающих трубопроводах установлены три чугунные электрифицированные задвижки диаметром 1000 мм, на напорных трубопроводах насосов – три чугунные электрифицированные задвижки диаметром 800 мм.

Количество воды в оборотном цикле составляет 1 458 675,48 км³. Водопотребление подпиточной воды на технические нужды ПАО «ЧМК» из реки Миасс составляет 85 947,87 км³/год, безвозвратные потери – 21 399,71 км³/год.

Гидрохимическая характеристика пруда ЧГРЭС по данным Центральной аналитической лаборатории ПАО «ЧМК» приведена в таблице.

Гидрохимическая характеристика пруда ЧГРЭС (река Миасс)

Показатели качества	Среднегодовое значение концентрации в створе водозабора, мг/л	ПДК вредных химических веществ по данным СанПиН 2.1.4.1074-01
1	2	3
Водородный показатель	6,5–8,5	6–9
1. Взвешенные вещества	8,29	1,5
2. Сухой остаток	223,41	1000
3. Нефтепродукты	1,119	0,1
4. Сульфаты	45,65	500
5. Хлориды	15,92	350
6. Железо общее	0,569	1
7. Нитраты	2,71	45
8. Медь	0,0075	1,0
9. Цинк	0,0298	5,0
10. Свинец	0,012	0,03
11. Никель	0,013	0,05
12. Ртуть	0,00024	0,00050
13. Мышьяк	0	0,05
14. Марганец	0,1	0,1
15. Цианиды	0,00115	0,035

Из таблицы следует, что качество воды в пруде ЧГРЭС по содержанию нефтепродуктов и взвешенных веществ не отвечает требованиям [5], но этот пруд является единственным источником технического водоснабжения ПАО «ЧМК».

Выполненная ревизия показала, что на береговой насосной станции, совмещенной с водозабором ПАО «ЧМК», требования СП 30.13330.2012 о количестве работающих насосов для насосных станций 1 категории надежности не выполняются; при возникновении аварийной ситуации на станции риск отказа оборудования основных технологических циклов ПАО «ЧМК» очень велик.

В связи с этим, насосная станция требует срочной реконструкции с заменой морально устаревшего оборудования и установкой дополнительного, которое обеспечит необходимый уровень надежности, необходимый для расширения основного производства ПАО «ЧМК».

При изучении отечественного и зарубежного опыта по работе сооружений для забора воды из поверхностных источников для промышленных предприятий [2–5] установлено, что эти водозаборные сооружения представляют собой сложный гидротехнический комплекс, предназначенный для обеспечения необходимой надежности забора расчетного расхода воды и подачи его потребителю, а также защиты системы водоснабжения от попадания в нее молоди рыбы, сора, планктона, наносов, льда.

Водозаборные сооружения должны быть рассчитаны на работу в нормальных условиях, а также при максимальном и минимальном уровне воды в источнике с обеспеченностью от 90 до 97 %.

Совмещение берегового колодца и насосной станции в одно сооружение существенно упрощает обслуживание водозабора, повышает надежность его работы, является практически необходимым в случае применения насосов с малой высотой всасывания и при значительной амплитуде колебаний уровней воды в реке.

Совмещенные водозаборы удобны с точки зрения эксплуатации (все оборудование находится в одном месте). Принципиально водозаборы берегового типа могут быть выполнены по различным схемам, которые представлены на рис. 1–4.

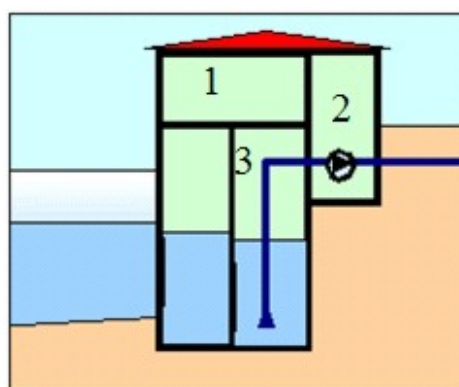


Рис. 1. Насосная станция, совмещенная с береговым колодцем: 1 – береговой колодец; 2 – насосная станция; 3 – всасывающий трубопровод

Насосная станция, показанная на рис. 1, применяется при прочных грунтах дна, при большой амплитуде колебания уровней воды в реке, а также при большой производительности водоприемника.

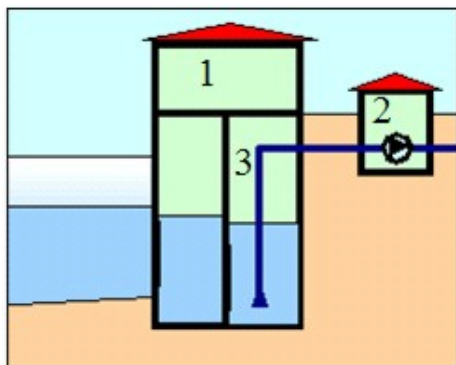


Рис. 2. Насосная станция и береговой колодезь разделены: 1 – береговой колодезь; 2 – насосная станция; 3 – всасывающий трубопровод

Насосная станция, показанная на рис. 2, применяется при сложении берега из рыхлых или неоднородных грунтов, использовании насосов с допустимой высотой всасывания более 3–4 м и производительности до 1 м³/с.

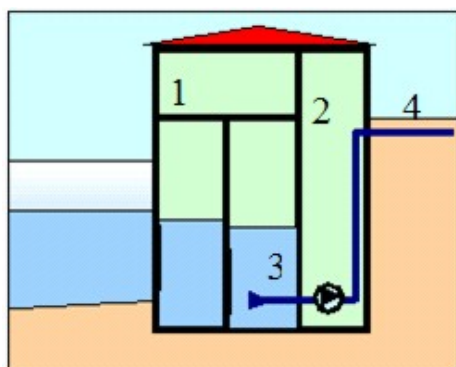


Рис. 3. Насосная станция примыкает к береговому колодезю: 1 – береговой колодезь; 2 – насосная станция; 3 – всасывающий трубопровод; 4 – напорный трубопровод

Насосная станция, показанная на рис. 3, применяется при незначительных колебаниях уровней воды в реке, использование насосов с допустимой высотой всасывания не более 3–4 м или при необходимости установки насосов под залив.

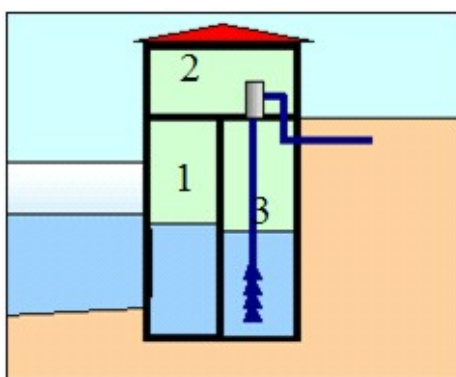


Рис. 4. Насосная станция совмещена с береговым колодезем

Насосная станция, показанная на рис. 4, применяется при значительных колебаниях уровней воды в реке (7–10 м), большой глубине берегового колодезя, оборудуется вертикальными насосами или насосами для забора воды из скважин.

Основной целью реконструкции является повышение надежности насосной станции и достижение безаварийности работы в соответствии с современными требованиями снабжения водой объектов I категории без остановки основного технологического процесса ПАО «ЧМК».

На напорных трубопроводах установлены три задвижки марки 30ч915бр, диаметром 800 мм. Задвижка – чугунная, с невыдвижным шпинделем, предназначена для герметичного перекрытия потока чистой и технической воды.

На всасывающих трубопроводах установлены три задвижки марки 30ч925бк, диаметром 1000 мм. Задвижки параллельные с выдвигным шпинделем, применяются для перекрытия потока рабочей среды. Существующие задвижки в насосной станции также в связи с длительной эксплуатацией и невозможностью ремонта предложено заменить на новые.

Для установки нового оборудования предложено достроить существующее здание насосной, тем самым увеличить площадь данного сооружения, что возможно выполнить на промышленной площадке ПАО «ЧМК».

Основное требование к реконструкции насосной – это проведение всех демонтажных, строительных-монтажных, пуско-наладочных работ без остановки подачи воды на технические нужды ПАО «ЧМК».

В расширяемой части насосной станции предложено установить два насоса марки Д 3200-75 мощностью 1000 кВт, напряжением 660 В, для которых предусматривается частотное регулирование с помощью частотного преобразователя по давлению на напорном трубопроводе.

Эти насосы устанавливаются не под заливом, поэтому для включения их в работу предусматривается система автоматического поддержания в постоянно залитом состоянии центробежных насосов. Это является важным отличием от существующего положения работы насосов.

В существующей насосной станции насосы марки 22 НДС с электродвигателями ДС140/39-6 мощностью 1350 кВт заменяются на насосы Д 3200-75 с электродвигателем АДЧР-1000-6У1 мощностью 1000 кВт, напряжением 660 В. Для данных насосов предусматривается частотное регулирование с помощью частотного преобразователя по давлению в напорном трубопроводе. Следует отметить, что группа новых насосов приводит к экономии электроэнергии, необходимой для забора и подачи воды на ПАО «ЧМК».

Очередность реконструкции насосной разработана по этапам:

1 этап. Строительство камеры переключений (при этом подача воды на комбинат производится существующими насосами, а напорные трубопроводы проходят под камерой переключений).

2 этап. Подключение напорных трубопроводов новой камеры переключений, они подключаются к существующим трубопроводам, а участок существующих трубопроводов проходящих трубопроводов, проходящих под камерой переключений, демонтируется.

3 этап. Демонтаж существующей камеры переключений.

4 этап. Строительство дополнительных площадей насосной станции.

5 этап. Прокладка коллектора от существующей водоприемной камеры к новой насосной станции.

6 этап. Замена насосов, арматуры и трубопровода в существующей насосной станции с учетом постоянной подачи воды.

7 этап. Поочередная замена устаревших рыбозащитных устройств.

8 этап. Пусконаладочные работы, проверка работы автоматического включения и отключения насосов.

В расширяемой части насосной станции водозабора два новых насоса имеют частное регулирование (с помощью частотного преобразователя) по давлению на напорном трубопроводе. Эти насосы устанавливаются на отметке 0,000 м не под заливом, поэтому для ввода в работу предусматривается вакуумная установка с системой автоматического поддержания в постоянно залитом состоянии центробежных насосов. В состав системы вакуумной установки входят: два вакуумных насоса (1 рабочий, 1 резервный), два воздухоотделителя, два гидроэлеватора, два универсальных реле залива насосов. Включение или отключение насосов при необходимости может быть по месту, дистанционно или автоматически.

В результате замены трех насосов в существующей станции и установке двух насосов в пристраиваемой части группа насосов будет состоять из пяти насосов подающих речную воду на ПАО «ЧМК». Из пяти насосов три рабочих и два резервных. В нормальном режиме работают два насоса, в аварийном – три, при минимальном расходе – один. Все насосы взаимозаменяемы, в работу вводятся автоматически, каждый насос может быть как рабочим, так и резервным.

Наличие двух групп насосов практически исключает возможность аварийной ситуации. Конструкция нового насоса показана на рис. 5. Насосы серии Д – центробежные, одноступенчатые, с горизонтальным разъемом корпуса и рабочим колесом двустороннего подвода жидкости.

Для залива и включения в работу предложенных насосов рекомендовано установить вакуум-насос ВВН.

На всасывающих трубопроводах старые задвижки предложено заменить на новые марки 30с947нж 1000 мм с электродвигателем мощностью 4,25 кВт. Данные задвижки имеют длительный ресурс эксплуатации – свыше 10 лет, характеризуются высокой износостойкостью всех узлов и деталей, относительной простотой монтажа.

На напорных трубопроводах старые задвижки предложено заменить на марки 30с964нж диаметром 800 мм с электродвигателем мощностью 4,3 кВт. Они характеризуются малым гидравлическим сопротивлением. Срок службы этого оборудования – 30 лет, и полный средний ресурс – 3000 циклов.

Рыбозащитное устройство, предлагаемое для установки на существующем береговом водозаборе, представляет собой коробчатую металлическую зонтичную забральную стену с воздушно-пузырьковой завесой, навешиваемую на водоприемные окна водозабора. Конструкция рыбозащитного устройства показана на рис. 6 [7].

Воздушно-пузырьковая завеса создает три воздействия: зрительно рыбу отпугивает стена; пугает шум; образующийся эрлифт выносит рыбу вверх. Выбранное рыбозащитное устройство с воздушно-пузырьковой завесой характеризуется высокой надежностью в эксплуатации и простотой конструкции. Для обслуживания такого рыбозащитного устройства не требуется привлечение высококвалифицированных специалистов.

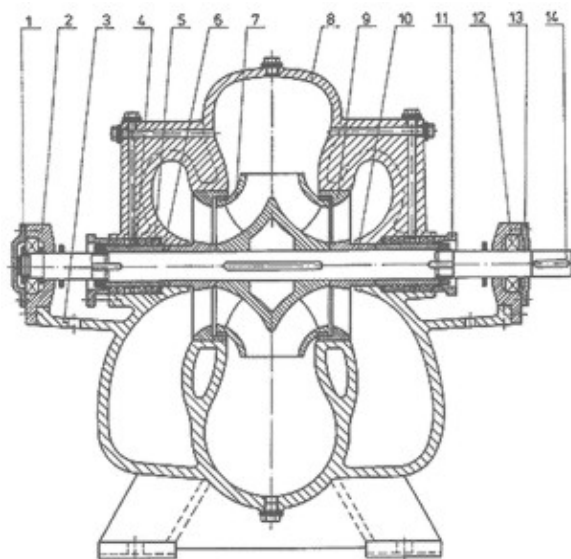


Рис. 5. Разрез насоса марки Д 3200-75:

- 1 – крышка подшипника; 2 – корпус подшипника;
- 3 – корпус; 4 – кольцо сальниковое; 5 – набивка сальниковая; 6 – втулка предохранительная; 8 – колесо рабочее; 9 – крышка; 10 – кольцо уплотнительное;
- 11 – втулка конусная; 12 – втулка конусная; 13 – фланец сальниковый; 14 – подшипник качения;
- 15 – крышка подшипниковая; 16 – вал

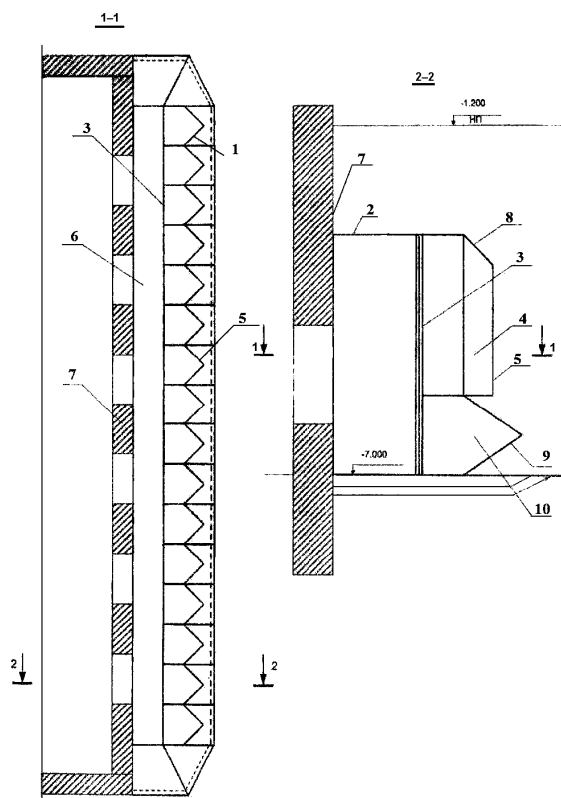


Рис. 6. Рыбозащитное устройство:
 1 – прямоугольный короб; 2 – крышка; 3 – внутренняя перегородка; 4 – первый отсек; 5 – забральная сетка; 6 – второй отсек; 7 – стенка берегового водозабора; 8 – скос; 9 – козырек; 10 – пилообразная щель

Таким образом, реконструкция береговой насосной станции представляет собой сложный технологический процесс с использованием совре-

менного отечественного оборудования с высокой степенью автоматизации. Забор воды из пруда «ЧГРЭС» для промышленных нужд будет обеспечен с меньшими энергетическими затратами, повышенной степенью рыбозащиты и высокой степенью надежности работы. Порядок выполнения строительно-монтажных работ разработан с учетом бесперебойной подачи воды на технические нужды ПАО «ЧМК».

Литература

1. Фрог, Б.Н. *Водоподготовка: учебное пособие* / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов 2008. – 656 с.
2. Журба, М.Г. *Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений* / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М., 2004. – Т. 1. – 287 с.
3. Журба, М.Г. *Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений* / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М., 2004. – Т. 2. – 493 с.
4. Журба, М.Г. *Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений* / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М., 2004. – Т. 3. – 255 с.
5. Гогина, Е.С. *Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения: Справочное пособие* / Е.С. Гогина, А.Д. Гуринович, Г.А. Урецкий. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2012. – 312 с.
6. СанПиН 2.1.4.1074-01. *Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества* / Минздрав России. – М., 2002.
7. Сомов, М.А. *Водопроводные системы и сооружения: учебное пособие для вузов* / М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 2009. – 399 с.

Арканова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, профессор кафедры градостроительства, инженерных сетей и систем, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск); waterbas@mail.ru.

Носков Андрей Андреевич, монтажник санитарно-технических работ, ПАО «Челябинский металлургический комбинат» (Челябинск).

Поступила в редакцию 4 октября 2016 г.

THE RECONSTRUCTION OF ON-SHORE PUMPING STATION COMBINED WITH A WATER INLET WITHOUT A STOP OF WORK OF CHELYABINSK METALLURGICAL PLANT

I.A. Arkanova¹, waterbas@mail.ru

A.A. Noskov², waterbas@mail.ru

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Chelyabinsk Metallurgical Plant, Chelyabinsk, Russian Federation

The plan of reconstruction of an on-shore pumping station combined with a water inlet of Chelyabinsk Metallurgical Plant (CMP) is developed. The authors give characteristics of the quality and amount of water, needed for the main production of CMP. The inspection of the on-shore pumping station combined with the water inlet of CMP is carried out. The need for reconstruction for reliability control and compliance with modern requirements of water intake of an industrial enterprise, which in turn is connected with the expansion of production at CMP is proven. The basic equipment is specified. It leads to the enlargement of the pumping station itself.

Keywords: pumping station, water inlet, main production, Chelyabinsk Metallurgical Plant, pumps, quality and amount of service water.

References

1. Frog B.N., Levchenko A.P. *Vodopodgotovka. Uchebnoe posobie* [Water. Textbook]. Moscow, ASV Publ., 2008. 656 p.
2. Zhurba, M.G., Sokolov, L.I., Govorova, Zh.M. *Vodosnabzhenie. Proektirovanie sistem i sooruzheniy. Tom 1* [Water. System Design and Construction. Volume 1]. Moscow, 2004, 287 p.
3. Zhurba, M.G., Sokolov, L.I., Govorova, Zh.M. *Vodosnabzhenie. Proektirovanie sistem i sooruzheniy. Tom 2* [Water. System Design and Construction. Volume 2]. Moscow, 2004, 493 p.
4. Zhurba, M.G., Sokolov, L.I., Govorova, Zh.M. *Vodosnabzhenie. Proektirovanie sistem i sooruzheniy. Tom 3* [Water. System Design and Construction. Volume 3]. Moscow, 2004, 255 p.
5. Gogina E.S., Gurinovich A.D., Uretskiy G.A. *Resursosberegayushchie tekhnologii promyshlennogo vodospobzheniya i vodootvedeniya: Spravochnoe posobie* [Resource-Saving Technologies of Industrial Water Supply and Sanitation: a Reference Guide]. Moscow, ASV Publ., 2012. 312 p.
6. *Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy «Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'evogo vodospobzheniya. Kontrol' kachestva. SanPiN 2.1.4.1074-01»* [Sanitary-Epidemiological Rules and Norms "Drinking Water. Hygienic Requirements to Water Quality of Centralized Drinking Water Supply Systems. Quality Control. SanPiN 2.1.4.1074-01"]. Moscow, Minzdrav Rossii Publ., 2002.
7. Somov M.A. *Vodoprovodnye sistemy i sooruzheniya: Uchebnoe posobie dlya vuzov* [Water System and Facilities: Textbook for Universities]. Moscow, Stroyizdat Publ., 2009. 399 p.

Received 4 October 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Арканова, И.А. Реконструкция береговой насосной станции, совмещенной с водозабором, без остановки работы ПАО «Челябинский металлургический комбинат» / И.А. Арканова, А.А. Носков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 52–57. DOI: 10.14529/build160409

FOR CITATION

Arkanova I.A., Noskov A.A. The Reconstruction of On-Shore Pumping Station Combined with a Water Inlet without a Stop of Work of Chelyabinsk Metallurgical Plant. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2016, vol. 16, no. 4, pp. 52–57. (in Russ.). DOI: 10.14529/build160409