

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ПУТЕМ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ ИЗ ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ

Т.А. ЛЕОНОВА, Е.В. КОЧАРЯН

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
Электронная почта: tatyanka2000@inbox.ru; kocha99@mail.ru*

В статье рассмотрены методы решения проблемы в сфере водоснабжения полуострова Крым. Вопрос дефицита запасов пресной воды в этом регионе РФ особенно актуален и требует принятия неотложных мер, в т.ч. разработки новых схем обеспечения водой. В работе рассмотрены альтернативные источники водоснабжения путем опреснения морской воды, основанные на принципе мембранных и испарительных технологий, реализованных на базе возобновляемых ресурсов и использовании тепловой энергии ТЭЦ. Приведено описание метода получения воды путем конденсации влаги из воздуха в заглубленном трубопроводе и результаты зависимости необходимой длины трубопровода и получаемого конденсата от расхода воздуха на входе в систему. Представлена оценка эффективности использования метода конденсации в условиях полуострова Крым.

Ключевые слова: система водоснабжения, использование ресурсов, подземные воды, водоподготовка, опреснение, конденсация.

В настоящее время республика Крым – субъект России, который испытывает острую необходимость в снабжении ресурсами пресной воды. До 2014г. водоснабжение данного региона осуществлялось посредством Северо-Крымского канала, который на 85% покрывал расходы местного населения, курортной инфраструктуры и сельского хозяйства. В результате прекращения подачи воды с украинской стороны запасы местных ресурсов Крыма практически иссякли. Учитывая тот факт, что на одного человека в год приходится около 400 м³ воды, а это в 4,5 раза меньше, чем в Украине, и в 60 раз меньше, чем в России, можно сделать вывод, что для привлечения в регион большего количества туристов, необходимо в ближайшее время решить проблему водоснабжения, что требует принятия неотложных мер и разработки новых способов и схем обеспечения водой [1].

Для решения проблемы восстановления водоснабжения Крыма в прежнем объеме предлагаются различные способы, одним из которых является эффективная добыча и улучшение качества использования ресурсов подземных

вод. В ходе проведенных исследований были получены данные, указывающие на наличие значительного резерва, который может помочь частично решить проблему обеспечения полуострова пресной водой [2].

Количественно подземные воды, необходимые для хозяйственно-питьевого водоснабжения, могут удовлетворить современные и растущие потребности, однако сложности в водоснабжении предприятий полуострова связаны также с качественным составом подземных вод. В ходе исследований [3] было выявлено, что большей части они имеют высокий уровень минерализации, что может привести к снижению эффективности водооборотных систем, а также к стимулированию коррозионных процессов, следствием которых является повреждение трубопроводов теплообменников [4]. Поэтому в целях предупреждения негативных последствий необходима дополнительная установка системы водоподготовки.

Помимо углубленного изучения потенциала использования подземных вод, принимая во внимание обострение проблемы водоснабжения Крыма, следует также рассмотреть возможность использования альтернативных источников обеспечения водой, одним из которых является опреснение морской воды с помощью различных технологий, которые укладываются в одну из двух групп: испарительные и мембранные. В частности, это может быть реализовано на базе возобновляемых энергетических ресурсах Крымского полуострова, прежде всего энергии ветра. В качестве варианта реализации была предложена концепция ветроэнергетических морских установок с применением мембранной технологии опреснения воды и осуществлением рекуперации энергии сжатой морской воды [5]. Особенностью такого метода является его малая стабильность, вследствие чего возникает необходимость в регулировании параметров преобразования как всего ветропарка, так и отдельных установок в частности.

Большой стабильностью обладает предложенный метод использования тепловой энергии ТЭЦ для опреснения воды. В этом случае решение проблемы основано на разработке технической методики совместной работы

дистилляционной опреснительной и парогазовой установок, которая будет обеспечивать опреснение морской воды[6]. Преимущество этого метода в низкой себестоимости за счет совместной выработке тепловой и электрической энергии.

Все эти методы требуют крупных капиталовложений и времени на их реализацию, в то время как ситуация на полуострове продолжает ухудшаться, что способствует разработке новых проектов, отличающихся своей дешевизной и простой реализацией. Одним из методов, обладающими такими преимуществами, является метод конденсации влаги из воздуха при охлаждении ниже температуры «точки росы» в трубопроводе, проложенном под землей [7,8]. Физическая модель установки приведена на рисунке 1. Принцип действия заключается в том, что входящий влажный воздух проходит по трубопроводу и охлаждается до состояния насыщения, а затем конденсируется на стенках трубы и стекает в резервуар для сбора конденсата вследствие теплопередачи, вызванной разностью температур между потоком воздуха и поверхностью стенки трубы. Остальная часть теплоты перемещается вместе с потоком воздуха.

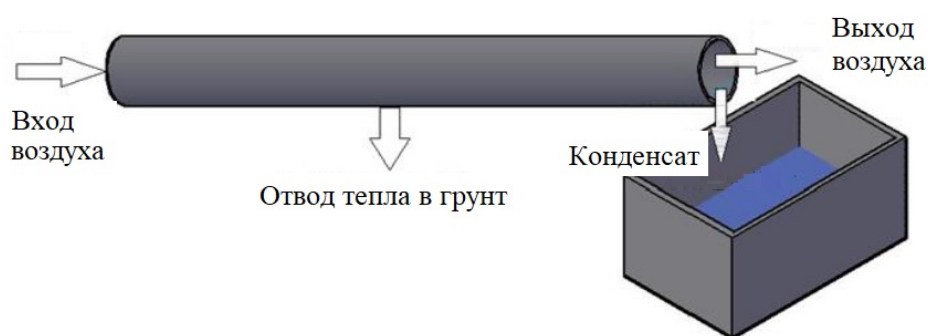


Рисунок 1 – Конденсация влаги из воздуха в трубопроводе

На рисунке 2 приведена принципиальная схема установки. Подача воздуха в подземный тоннель может осуществляться нагнетателем воздуха с расходом 1-2 м³/с; сконденсированная вода собирается в резервуаре, из которого она с помощью насоса подается на хозяйственные нужды.

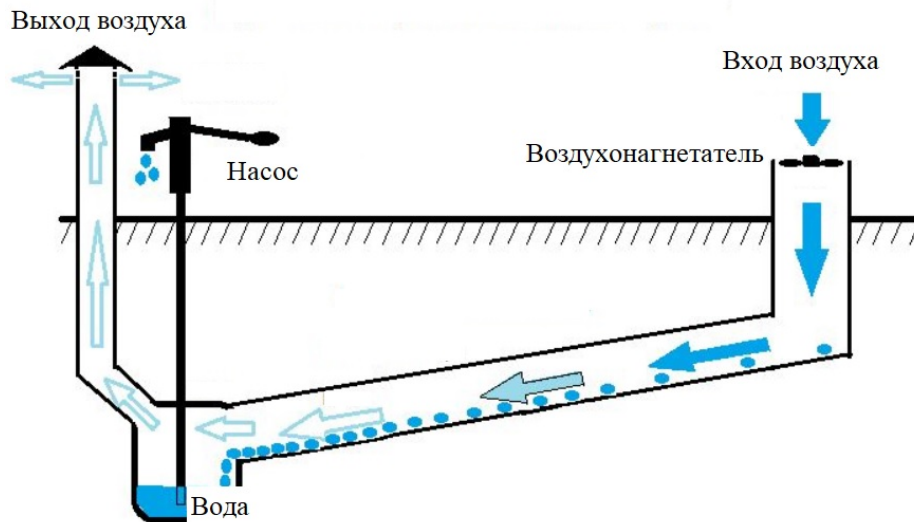


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки

Основной задачей расчета являлось определение длины трубопровода, необходимой для получения максимально возможного количества конденсата в данных условиях. Исходными данными для расчета является относительная влажность воздуха 63%, температура 26⁰С, что соответствует средним значениям климатических условий наиболее теплого месяца. Глубина заложения трубы 4 м, температура грунта 7,4⁰С. Внутренний диаметр бетонной трубы 1,5м.

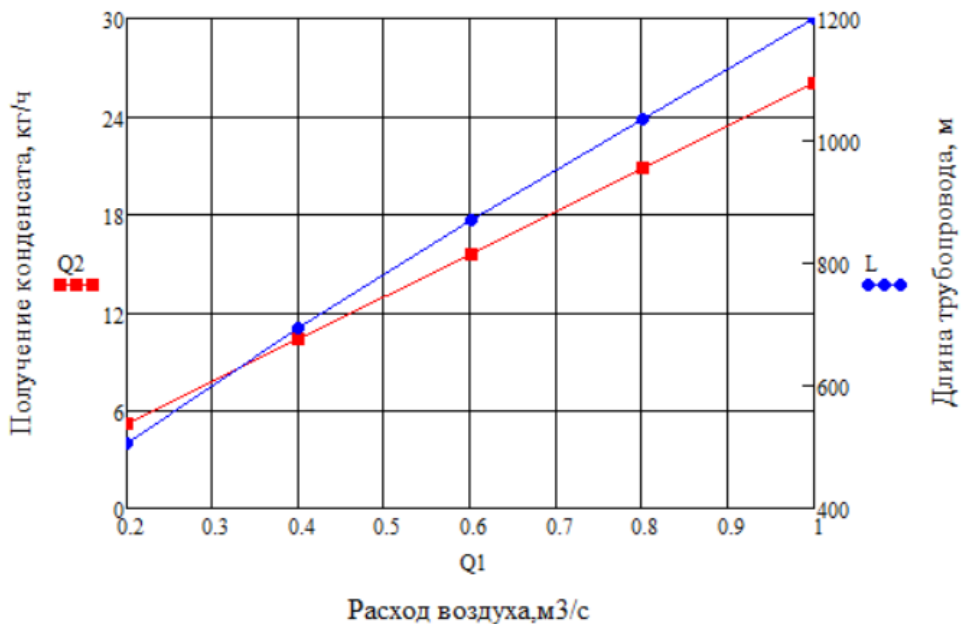


Рисунок 3 – Анализ чувствительности к расходу воздуха на входе

На рисунке 3 приведены зависимости количества получаемого конденсата в единицу времени и требующейся для этого длины трубопровода при изменении расхода воздуха на входе. По результатам расчета в данных условиях трубопровод длиной 1000 м может позволить обеспечить около 15 м^3 конденсата в месяц.

Таким образом, достоинствами этого метода являются низкие эксплуатационные затраты и простота технологической реализации, однако он сильно восприимчив к колебаниям температуры воздуха и влажности и может использоваться только в теплые времена года, когда температура воздуха будет превышать температуру грунта на глубине заложения трубопровода. Для получения лучших результатов в данных условиях метод требует модернизации, а в данном виде может применяться для обеспечения водой регионов с большей относительной влажностью и температурой воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришина Е.А. Проблемы водоснабжения рекреационных районов Крыма // Наука и современность. 2016. №47. С. 37-39;
2. Лущик А.В., Горбатюк Н.В., Морозов В.И. Водоотбор и его влияние на подземные воды пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения в Крыму // Строительство и техногенная безопасность. 2016. №2(54). С. 83-91.
3. Дякович П.И., Иванова В.Д., Капинос Н.Н. Минеральные ресурсы Крыма и прилегающей акватории Черного и Азовского морей // под ред. В.Г. Ена: атлас, приложение к научн.-практ. сб. Вопросы развития Крыма. Симферополь: Таврия-Плюс, 2001. 80 с.
4. Кучерик Г.В., Омельчук Ю.А. Анализ возможностей применения подземных вод Крыма для оборотного водоснабжения предприятий региона // Системы контроля окружающей среды. 2018. №11(31). С. 133-139.
5. Чебоксаров В.В. Комплекс опреснения воды на базе ветроэнергетических морских установок для ликвидации чрезвычайной

ситуации в водоснабжении северного Крыма // В сборнике: Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017. Сборник статей по материалам научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией Ю.А. Омельчук, Н.В. Ляминой, Г.В. Кучерик. 2017. С. 1488-1491.

6. Крашенинников В.Д., Шапошников В.В. Использование тепловой энергии ТЭЦ для опреснения воды // Теплоэнергетика «ЭНЕРГИЯ-2020» Пятнадцатая всероссийская (седьмая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, г.Иваново, Материалы конференции Том 1. 2020. С. 14

7. Alaaeddin A. Elhammeli, Mohamed. A. Muntasser, Jenny Lindblom, Bo Nordell Producing water by condensation of humid air in buried pipe // Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Rabat, Morocco, April 11-13, 2017

8. Ann-Maria Gustafsson, Jenny Lindblom Underground Condensation of Humid Air – a Solar Driven System for Irrigation and Drinking-Water Production // Lulea University of Technology Master's Thesis

REFERENCES

1. Grishina E.A. Problemy vodosnabzheniya rekreatsionnykh rayonov Kryma // Nauka i sovremennost. 2016. №47. S. 37-39;

2. Lushchik A.V., Gorbatyuk N.V., Morozov V.I. Vodootbor i ego vliyanie na podzemnye vody prigodnye dlya khozyaystvenno-pitevogo vodosnabzheniya v Krymu // Stroitelstvo i tekhnogennaya bezopasnost. 2016. №2(54). S. 83-91.

3. Dyakovich P.I., Ivanova V.D., Kapinos N.N. Mineralnye resursy Kryma i prilegayushchey akvatorii Chernogo i Azovskogo morey // pod red. V.G. Ena: atlas, prilozhenie k nauchn.-prakt. sb. Voprosy razvitiya Kryma. Simferopol: Tavriya-Plyus, 2001. 80 s.

4. Kucherik G.V., Omelchuk Yu.A. Analiz vozmozhnostey primeneniya podzemnykh vod Kryma dlya oborotnogo vodosnabzheniya predpriyatiy regiona // Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy. 2018. №11(31). S. 133-139.

5. Cheboksarov V.V. Kompleks opresneniya vody na baze vetroenergeticheskikh morskikh ustanovok dlya likvidatsii chrezvychaynoy situatsii v vodosnabzhenii severnogo Kryma // V sbornike: Ekologicheskaya, promyshlennaya i energeticheskaya bezopasnost – 2017. Sbornik statey po materialam nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Pod redaktsiey Yu.A. Omelchuk, N.V. Lyaminoy, G.V. Kucherik. 2017. S. 1488-1491.

6. Krashenninikov V.D., Shaposhnikov V.V. Ispolzovanie teplovoy energii TETs dlya opresneniya vody // Teploenergetika «ENERGIYa-2020» Pyatnadsataya vserossiyskaya (sedmaya mezhdunarodnaya) nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, g.Ivanovo, Materialy konferentsii Tom 1. 2020. S. 14

7. Alaaeddin A. Elhammeli, Mohamed. A. Muntasser, Jenny Lindblom, Bo Nordell Producing water by condensation of humid air in buried pipe // Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Rabat, Morocco, April 11-13, 2017

8. Ann-Maria Gustafsson, Jenny Lindblom Underground Condensation of Humid Air – a Solar Driven System for Irrigation and Drinking-Water Production // Lulea University of Technology Master's Thesis

*EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE METHOD
OF OBTAINING WATER BY CONDENSATION OF MOISTURE FROM THE AIR IN
THE CONDITIONS OF THE CRIMEAN PENINSULA*

T.A. LEONOVA, E.V. KOCHARYAN

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: tatyanka2000@inbox.ru; kocha99@mail.ru*

The article discusses methods for solving the problem in the field of water supply to the Crimean peninsula. The issue of a shortage of fresh water reserves in this region of the Russian Federation is especially relevant and requires urgent measures, including the development of new water supply schemes. The paper considers alternative sources of water supply by desalination of seawater, based on the principle of membrane and evaporation technologies, implemented on the basis of renewable resources and the use of thermal energy from CHPPs. A description of the method for obtaining water by condensation of moisture from the air in a buried pipeline and the results of the dependence of the required length of the pipeline and the resulting condensate on the air flow rate at the inlet to the system are given. An assessment of the efficiency of using the condensation method in the conditions of the Crimea peninsula is presented.

Key words: water supply system, resource use, groundwater, water treatment, desalination, condensation.