



ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ КОМФОРТНОСТИ

Ю. А. Аляутдинова, Р. В. Муканов

Аляутдинова Юлия Амировна, кандидат технических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой инженерных систем и экологии, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, e-mail: alautd@mail.ru

Муканов Руслан Владимирович, старший преподаватель, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, e-mail: rvmukanov@mail.ru

Целью данного исследования является анализ и оптимизация параметров микроклимата в учебных аудиториях образовательного учреждения в холодный период года. Задачи работы: проанализировать состояние микроклимата в аудиториях учебного корпуса; выявить основные проблемы состояния микроклимата; предложить пути решения выявленных недостатков, при реконструкции и модернизации систем создания микроклимата. Основные результаты исследования основаны на проведенном инструментальном обследовании параметров микроклимата с последующим анализом полученных данных. Значимость полученных результатов для строительной области состоит в систематизации знаний по созданию оптимального микроклимата в помещениях, взаимосвязи инженерных систем и условий комфортности, и использование полученных данных при проектировании и эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Ключевые слова: параметры микроклимата, учебные аудитории, системы создания микроклимата, условия комфортности.

STUDY OF MICROCLIMATE PARAMETERS IN CLASSROOMS IN ORDER TO DETERMINE THE CONDITIONS OF COMFORT

Yu. A. Alyautdinova, R. V. Mukanov

Alyautdinova Yuliya Amirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: alautd@mail.ru;

Mukanov Ruslan Vladimirovich, Senior Lecturer, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, e-mail: rvmukanov@mail.ru

The purpose of this study is to analyze and optimize the microclimate parameters in the classrooms of an educational institution during the cold season. The tasks of the work are to analyze the state of the microclimate in the classrooms of the educational building, to identify the main problems of the state of the microclimate. Propose ways to solve the identified shortcomings, during the reconstruction and modernization of systems, creating a microclimate. The main results of the study are based on instrumental measurement of microclimate parameters, analysis of the results obtained, showing that the conditions of comfort in the premises under consideration are not met in practice. The significance of the results obtained for the construction industry in the systematization of knowledge on the creation of an optimal microclimate for the microclimate of premises, the relationship of engineering systems and conditions of comfort, and the use of the obtained data in the design and operation of heating, ventilation and air conditioning systems.

Keywords: microclimate parameters, classrooms, microclimate creation systems, comfort conditions.

Введение

Инженерные системы жизнеобеспечения важны для создания комфортных условий жизнедеятельности. Давно доказано, что комфортные условия обеспечивают человеку не только сохранение оптимального самочувствия на рабочем месте, но и способствуют выявлению максимальной работоспособности. Микроклимат помещений является одним из двух условий комфортности. За обеспечение комфортных условий микроклимата отвечают системы отопления, вентиляция и кондиционирование воздуха. Если раньше упор делался на обеспечение хотя бы допустимых условий в рабочей зоне, то согласно новым требованиям, регламентируемым нормативными документами, требуется обеспечить оптимальные условия для работы определенных категорий.

Следует отметить, что оптимальные условия жизнедеятельности зависят от многих факторов, таких как назначения помещения (его категория), ха-

рактера выполняемой работы (тяжести и напряженности физических нагрузок), климатических условий района проектирования и т. д. [1–2].

Здания учебных заведений имеют ряд особенностей. В зданиях высших учебных заведений имеются помещения различного назначения, для которых требования по параметрам микроклимата отличаются. Например, более строгие требования по температуре и влажности предъявляются к помещениям, в которых люди занимаются умственным трудом (учебные аудитории, лаборатории), помещениям для занятий подвижными видами спорта (спортивные залы), и менее строгие, к помещениям, где люди находятся кратковременно (вестибюли, холлы, лестничные клетки, коридоры).

В помещениях для занятий умственным трудом и учебой человек сидит, и его рабочая зона находится на высоте примерно 1,5 метра от пола, в семинарских и лабораторных аудиториях студент может в основное время стоять, и пере-

двигаться по аудитории. В этом случае его рабочая зона увеличивается до уровня 2-х метров от пола. Стоит отметить, что зона теплового комфорта человека различается по высоте его роста. Для выполнения физической работы важны параметры микроклимата в области органов движения (нижней и средней части тела), для умственной работы в зоне головного мозга.

Проанализировав ГОСТ 30494, СП 60.13330 и [1–3] можно сделать вывод, что отсутствуют нормативные документы, строго регламентирующие параметры микроклимата учреждений высшего образования. Параметры микроклимата даны в определенном интервале значений, зависящих от вида работ (по энергозатратам) [4–5]. Оптимальная температура для студентов и преподавателей различается, так как выполняется разный вид работ (для студентов категория Ia, а для преподавателей категория Ib) 22–24 °С и 20–22 °С соответственно. Учебные аудитории относятся к помещениям 2 категории в которых люди заняты умственным трудом.

Первое условие комфортности [6] гласит, что человек находится в комфортных условиях тогда, когда, находясь в центре рабочей зоны, его тепловой баланс с окружающей средой равняется нулю. Однако стоит отметить, что температура тела человека не однородна. Температура нижних конечностей составляет 24–33 °С, на уровне сердца (в подмышечной впадине) около 36 °С, температура поверхности головы от 33–34 °С. Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что оптимальный теплообмен для различных частей тела также различается.

Конечно, организм человека может приспособиться к незначительным колебаниям температур, и человек даже не почувствует разницу, но это потребует дополнительных энергетических затрат со стороны организма, что отвлечет часть его ресурсов от выполняемой задачи.

Второе условие комфортности гласит, что температура нагреваемых или охлаждаемых поверхностей, должна быть в пределах допустимых значений. Для нашей категории помещения это 19–26 °С.

И наконец, третье условие комфортности свидетельствует о том, что параметры микроклимата должны быть регулируемыми для человека, исходя из его субъективных ощущений.

Цель работы заключается в проведение исследования параметров микроклимата помещений, в частности температуры воздуха внутри помещений, на соответствие ее трем условиям комфортности. Кроме того, в ходе выполнения работы будут рассмотрены пути оптимизации параметров микроклимата.

Задачи работы:

- исследовать состояние микроклимата в аудиториях учебного корпуса в холодный период года;

- выявить основные проблемы состояние микроклимата и их источник;

- предложить возможные методы решения выявленных недостатков, во время реконструкции и модернизации инженерных систем создание микроклимата.

Материалы и методы

Исследование параметров микроклимата помещений производилось в здании учебного корпуса, расположенного в г. Астрахани. Изначально здание строилось как учебный корпус профессионально-технического училища, после реорганизации которого, было передано в управление вузом.

Особенностью учебного корпуса, является то, что здание состоит из нескольких частей, строительство которых и ввод в эксплуатацию производилось в разные годы. Это повлияло и на компоновку инженерных систем, расположенных в здании. Работа системы отопления, из-за конструктивных особенностей строительства, так и не была в полной мере оптимизирована.

В связи с тем, что разные части здания в плане геометрии (высоты и длины) неоднородны, а система отопления не проектировалась изначально на все здание, то в работе системы отопления имеются отдельные перекосы. Часть помещений имеет значительно более высокие температуры внутреннего воздуха в отопительный период, что сказывается на параметрах комфортности людей, пребывающих в этих помещениях.

В целом на тепловое ощущение человека, наибольшее влияние оказывает температура окружающего воздуха. Для помещений внутри зданий важна температура не только внутреннего воздуха, но и радиационная температура поверхностей стен, а также их результирующая температура.

Для оценки температур внутреннего воздуха в помещениях используются различные типы термометров, жидкостные (в большинстве спиртовые, так использование ртутных термометров в настоящее время запрещено законодательно), или контактные и бесконтактные электронные термометры.

Для получения более объективного анализа параметров микроклимата, используется тепловизионное обследование, позволяющее оценить температурные поля, и выявить дефекты строительных конструкций. Однако такой метод накладывает ряд условий, таких как: наличие обязательной разницы температур между измеряемым объектом и температурой окружающей среды; обследование возможно проводить во время отопительного сезона. Современные тепловизоры позволяют получить качественные термограммы, по которым можно оценить количественные температурные показатели, в частности температуры стен, потолков, полов, отопительных приборов [7]. Для перевода термограмм в

материалы, по которым возможно провести количественный анализ температур, используются программные продукты, поставляемые с тепловизором, позволяющие вывести температуры в анализируемых точках в виде табличных данных [8].

Для контроля параметров подвижности воздуха [5] используются анемометры, принцип работы которых основан на приведение в движение рабочего органа под действием ветровой нагрузки, при этом частота вращения которого определяет скорость движения воздуха.

Обследование помещений производилось, в январе 2021 года, при отрицательных температурах наружного воздуха (-8 °С) с помощью тепловизора Testo 871 (см. рис. 1) и анемометра UNION Test AN 111 (см. рис. 2).

Инструментальные обследования проводились при закрытых окнах и дверях. Полученные термограммы обрабатывались в программе IR Soft.

В соответствие с параметрами микроклимата в помещениях, в которых люди преимущественно находятся в сидячем положении, определяются на высоте 0,1, 0,6 и 1,7 метра от поверхности пола, и 0,5 метров от отопительных приборов в центре обслуживаемой зоны. Для исследования были выбраны два контрольных помещения учебного корпуса образовательного учреждения.



Рис. 1. Тепловизора Testo 871
(<https://www.souz-pribor.ru/upload/iblock/71d/71d4511264c10fc2d199164f31d416d6.jpg>)



Рис. 2. Анемометр UNION Test AN 111
(<https://technica-m.ru/catalog/articul/termoanemometr-cifrovoy-uniontest-an111>)

Как было отмечено ранее, по первому условию комфортности, значимой представляется и результирующая температура воздуха. По ГОСТ 30494-

2011, если скорость воздуха меньше 0,2 м/с, то результирующая определяется по формуле (1):

$$t_{su} = \frac{t_p + t_r}{2} \quad (1)$$

где t_p – температура воздуха внутри в помещении, °С; t_r – радиационная температура внутри помещения, °С, определяется по формуле (2):

$$t_r = \frac{\sum (A_i \cdot t_i)}{\sum A_i} \quad (2)$$

где A_i – площадь внутренней поверхности ограждений и отопительных приборов, м²; t_i – температура внутренней поверхности ограждений и отопительных приборов, °С.

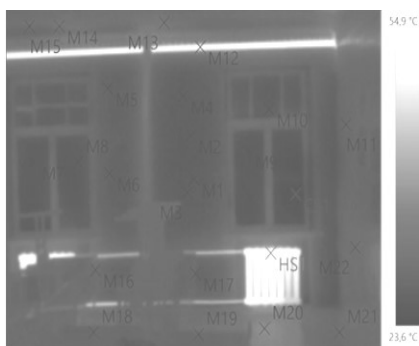
Контрольные помещения, в которых производилось инструментальное обследование, имели следующие размеры:

- помещение № 1 (лекционная аудитория) – (7,50 × 8,15 × 3,5) м, находится на третьем этаже, является угловым;
- помещение № 2 (лабораторная аудитория) – (8,62 × 5,6 × 3,5) м, находится на втором этаже, не является угловым.

Система отопления в исследуемом здании – зависимая, однотрубная, с верхней разводящей магистралью. Разводящая магистраль проходит по потолку помещений третьего этажа. В тепловом пункте и на отопительных приборах отсутствует техническая возможность регулирования параметров теплоносителя. Система вентиляции – вытяжная с естественным побуждением.

Результаты и обсуждение

Анализ термограммы помещения № 1 (рис. 3) показал, высокие температуры не только на поверхности отопительных приборов, но и также на ограждающих конструкциях (стенах). В целом температура ограждающих конструкций не выходит за допустимые значения, но в совокупности с поверхностью отопительных приборов, радиационная температура достаточно высокая, что может привести к тепловому дискомфорту человека, находящемуся непосредственно в близости от него (0,5 метров).



а)



б)

Рис. 3. Измерение температуры поверхности в учебных аудиториях (помещение № 1): а) термограмма помещения; б) фотография помещения (иллюстрации авторов)

Так как система отопления с верхней разводкой то в помещении образуется не стандартное распределение тепловых потоков. На уровне от 0,6–1,7 метров, когда человек сидит, наблюдается повышенная температура, выходящая за рамки комфортности, что приводит к снижению работоспособности. По расчетам также видно, что в центре рабочей зоны температуры находятся в оптимальной зоне (что удовлетворяет первому условию комфортности), а радиационная составляющая находится в пределах допустимых значений.

В таблице 1 приведен расчет температур, доказывающий правильность выводов о тепловом ощущении студента. Стоит заметить, что негативные факторы, ухудшающие состояние студента, такие как повышенная влажность и увеличенная скорость движения воздуха – отсутствуют. Однако стоит признать, из-за высокой температуры нагревательных приборов и неорганизованной системы вентиляции, уровень влажности находится на нижней границе допустимости. Пониженная влажность сказывается на иммунной защите организма, так как снижает увлажненность слизистых оболочек, и может привести к повышенной уязвимости к вирусам, что в условиях пандемии недопустимо.

Таблица 1

Расчетное значение температур помещения № 1

Высота над уровнем пола, м.	Значение температуры воздуха помещения в °С		
	0,1	0,6	1,7
(0,5 м от стены)			
t_p	24	25,1	26,2
t_r	22,5	27,2	28,4
t_{su}	23,25	26,15	27,3
(в центре аудитории)			
t_p	22	23,4	24,6
t_r	22,5	27,2	28,4
t_{su}	22,25	25,3	26,5

Проведем анализ второго контрольного помещения № 2, расположенного на втором этаже

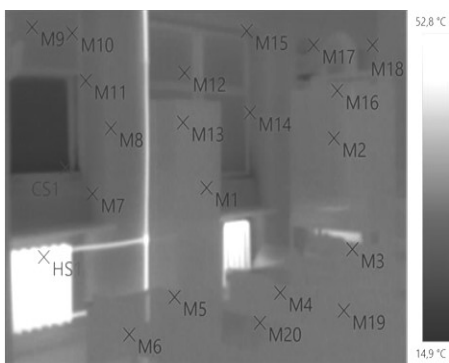
(рис. 4). Подача теплоносителя к отопительным приборам осуществляется по стоякам, в которых теплоноситель подается с третьего этажа. Температура теплоносителя должна быть меньше, а большие окна увеличивают теплопотери в окружающую среду. На практике наблюдается немного другая картина. Температура отопительных приборов находится на таком же уровне, что и на третьем этаже. Но температура ограждающих поверхностей (стен и окон) значительно выше (кроме последнего окна, где нарушено двойное остекление), это в итоге сказывается на результирующей температуре, которая выходит за рамки не только оптимальных значений, но и за рамки допустимых. Это может привести к повышенной термической нагрузке на организм и снижение его работоспособности.

Проанализировав таблицу 2, можно сделать вывод, что значения температур находятся выше допустимых величин не только на уровне головы сидящего человека, но и на уровне всего тела. Из таблицы также видно, что чем дальше от нагревательных приборов, и ближе к противоположной стене, тем температуры ниже, однако до оптимальных параметров она все равно не доходит.

Таблица 2

Расчетное значение температур помещения № 2

Высота над уровнем пола, м.	Значение температуры воздуха помещения в °С		
	0,1	0,6	1,7
(0,5 м от стены)			
t_p	23	30	33
t_r	22,5	31,5	32,2
t_{su}	22,75	30,75	32,6
(в центре аудитории)			
t_p	21,9	29,5	30,2
t_r	22,5	31,5	32,2
t_{su}	22,5	30,5	31,2



а)



б)

Рис. 4 Измерение температуры поверхности в учебных аудиториях (помещение № 2): а) термограмма помещения; б) фотографии помещения (иллюстрации авторов)

Проанализировав параметры микроклимата в обоих помещениях, можно сделать выводы, что температурные показатели помещения №1, в меньшей степени выходят за рамки условий комфортности, чем помещению № 2. В первом контрольном помещении соблюдается первое условие комфортности, но не выполняются два остальных, во втором помещении нарушаются уже все три условия. Это может привести к тепловому дискомфорту, к потере внимательности, расстройству концентрации, в итоге снижения качества обучения [9–12]

Существуют несколько путей оптимизации параметров микроклимата в рассматриваемых помещениях без значительной реконструкции системы отопления в учебном корпусе [13-14]:

- изолирование вспененным полиэтиленом подающих магистралей, подводок к отопительным приборам и стояков системы отопления;
- установка терморегулирующих клапанов, для уменьшения расхода теплоносителя через отопительные приборы;
- для повышения влажности в помещениях возможно применение переносных увлажнителей воздуха, устанавливаемых во время проведения занятий.

При проведении реконструкции системы, для улучшения параметров микроклимата необходимо предусмотреть следующее:

- замена однотрубной системы на двухтрубную, так как она позволяет гибко менять параметры теплоносителя;

- установка терморегулирующих клапанов, позволяющих изменить расход теплоносителя через отопительные приборы;

- установка автоматизированного теплового пункта с погодным регулированием, позволяющим снижать температуру теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды [15].

Заключение

Проведенные в рамках выполнения экспериментальные исследования параметров микроклимата в контрольных аудиториях учебного заведения показали:

- температурные показатели рассматриваемых контрольных помещений не соответствуют трем критериям комфортности;

- без реконструкции систем создания микроклимата изменить эти параметры невозможно;

- на основании анализа разработаны рекомендации по улучшению параметров микроклимата в помещениях при модернизации и реконструкции системы отопления;

- для повышения влажности в помещениях, до требуемых значений возможно использование переносных увлажнителей воздуха.

Список литературы

1. Derbasova, E., Bialeckaia, E., Mukanov, R., Svintsov, V. System of quality indicators of the housing and communal service of the population // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 403(1). DOI 10.1088/1755-1315/403/1/012238
2. А. Мельцер. Опыт проектирования и эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха зданий учебных центров / А. Мельцер // АВОК. Журнал. - 2007 - №3, С. 22-30.
3. Derbasova, E., Bialeckaia, E., Mukanov, R., Svintsov, V. System of quality indicators and the methodology of evaluation of the housing and communal service of the population // E3S Web of Conferences, 2019, 135, 010144. DOI 10.1051/e3sconf/201913501014
4. Минко В.А., Ильина Т.Н., Дивиченко И.В. Анализ состояния микроклимата в учебных аудиториях БГТУ им. В.Г. Шухова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. №3. С. 83–89.
5. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев, Л.Н. Балуева, А.Д. Гальперин и др. – М.: «Евроклимат», Изд-во Арина, 2000. – 416 с.
6. Уляшева, В.М. К вопросу обеспечения нормируемых параметров воздуха административных помещений / В. М. Уляшева, Н.М. Ермоленко // Сборник трудов всероссийской конференции с международным участием «Юбилейные чтения памяти А.И. Чижевского». - С. -Петербург. - 2007. -С.153-155.
7. Самсонова, М. Г. Сравнение дополнительных теплопотерь оконных проемов ограждающих конструкций в зависимости от конструктивного решения и климатических условий / М. Г. Самсонова, Э. Е. Семенова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 4(34). – С. 60-65.
8. Максимов, Г.А. О температурном градиенте / Г.А. Максимов // В кн. Исследования по санитарной технике, вып. 31. - М.-Л., 1954. - С. 14-19.
9. Исанова, А. В. Обеспечение требуемых характеристик внутреннего микроклимата при проектировании квартальной многоэтажной жилой застройки с учетом ее аэрационного режима / А. В. Исанова, И. В. Попова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 1(35). – С. 25-29.
10. Кузнецов Г.В. Моделирование термогравитационной конвекции в замкнутом объеме с локальными источниками тепловыделения // Теплофизика и аэромеханика. 2006. Т. 13. №4. С. 611 – 621
11. Ореховская И.А., Литвинов И.В. О создании микроклимата в дошкольных образовательных учреждениях // Молодежь и научно-технологический прогресс: Сб. докладов IX Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых 14 апреля 2016 года. -Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2016. Т.3-С.281-284.
12. Топоркова, А. А. О системе создания микроклимата в учебных помещениях вуза / А. А. Топоркова, В. Н. Наилова, Т. Н. Ильина // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды : Сборник докладов Международной научно-технической конференции, Алушта, 04–08 июня 2018 года / Отв. ред. И.В. Старостина. – Алушта: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 133-137.
13. R. Schulte, B. Bridges, D. Grimsrud. Непрерывный мониторинг качества внутреннего воздуха в школьных зданиях / Перевод с англ. Л.И. Баранова. Перепечатано с сокращениями из журнала «ASHRAE»// АВОК. Журнал. - 2005 - № 8, С. 36-42.

14. Исследования и анализ параметров микроклимата в учебных помещениях ВУЗа / А. А. Топоркова, Т. Н. Ильина, В. Н. Наилова, Ю. Н. Таршилов // Электронный научный журнал. – 2017. – № 4-2(19). – С. 392-395.
 15. Зарипова, В. М. Системы обеспечения качества жизни в умном городе / В. М. Зарипова, И. Ю. Петрова, Ю. А. Лежнина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 4(30). – С. 127-135.

© Ю. А. Аляутдинова, Р. В. Муканов

Ссылка для цитирования:

Аляутдинова Ю. А., Муканов Р. В. Исследование параметров микроклимата в учебных аудиториях с целью определения условий комфортности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 3 (41). С. 32–37.

УДК 628.16.081.3

DOI 10.52684/2312-3702-2022-41-3-37-43

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИСТЬЕВ ПАЛЬМЫ В КАЧЕСТВЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО АДСОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Рахал Закариа, Чекима Хамза, Н. С. Серпокрьлов

Рахал Закариа, аспирант, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, тел.: +7 908 500-71-36; e-mail: zakariarhl@yahoo.com;

Чекима Хамза, аспирант, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, тел.: +7 952 570-63-77; e-mail: hamzachekima@mail.ru;

Серпокрьлов Николай Сергеевич, доктор технических наук, профессор, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, тел.: +7 918 555-18-46; e-mail: nik.serpokrilov@yandex.ru

Адсорбирующий материал был приготовлен из пальмовых листьев, которые считаются отличным экономичным и экологически чистым материалом. его получают из пальмовых отходов, образующихся в больших количествах при производстве фиников. Были приготовлены пальмовые листья из Алжира и Ростова без активации [термической или химической], промыты водопроводной водой и высушены. Результаты исследований по определению сорбционной емкости органических и неорганических загрязнений по ХПК, показали, что листья пальмы из Ростова имеют более высокую эффективность, чем листья пальмы из Алжира, так как адсорбции глюкозы по ХПК достигла 192 мг/дм³ и ХПК нагрузка 19,8 мг/мин., но адсорбции глюкозы по ХПК листьев пальмы из Алжира достигла 147 мг/дм³ и ХПК нагрузка 13, 73 мг/мин.. Поэтому в РФ рекомендуются к применению в качестве сорбента листья пальмы из Ростова.

Ключевые слова: пальмовые листья, ХПК, грунтовые воды, очистки воды, адсорбция, Алжир, Ростов.

TREATMENT OF WASTEWATER CONTAINING ORGANIC AND INORGANIC POLLUTION COD USING PALM LEAVES

Rahal Zakaria, Chekima Hamza, N. S. Serpokrylov

Rahal Zakaria, Postgraduate Student, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation, phone: +7 908 500-71-36; e-mail: zakariarhl@yahoo.com;

Chekima Hamza, Postgraduate Student, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation, phone: +7 952 570-63-77; e-mail: hamzachekima@mail.ru;

Serpokrylov Nikolay Sergeevich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation, phone: +7 918 555-18-46, e-mail: nik.serpokrilov@yandex.ru

The adsorbent material was prepared from palm leaves, which are considered as an excellent economical and environmentally friendly material. it is obtained from palm waste produced in large quantities during the production of dates. Palm leaves from Algeria and Rostov were prepared without activation [thermal or chemical], washed with tap water, and dried. The results of studies to determine the sorption capacity of organic and inorganic pollutants by COD, showed that palm leaves from Rostov have higher efficiency than palm leaves from Algeria, as glucose adsorption by COD reached 192 mg/dm³ and COD load 19.8 mg/minute, but glucose adsorption by COD of palm leaves from Algeria reached 147 mg/dm³ and COD load 13, 73 mg/minute. Because of that in the Russian Federation, palm leaves from Rostov are recommended for use as a sorbent.

Keywords: palm leaves, COD, groundwater, water treatment, adsorption, Algeria, Rostov.

Актуальность работы

Ионы тяжелых металлов, такие как Cr, Cd, Hg и Pb, присутствуют в промышленных сточных водах, известны своей высокой токсичностью и вызывают такие заболевания, как рак и биоаккумуляция [3, 10]. Они часто встречаются в сточных

водах промышленных процессов, таких как легирование сплавов, гальваника, отделка металлов, производство красок, дубление кожи, окрашивание текстиля, которые являются экологическими проблемами, негативно влияющими на здоровье и экономику [1, 4].