

УДК 628.16.067

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ВОДЫ И ВЗВЕСИ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СВЕРХСКОРОСТНЫХ ФИЛЬТРОВ

М.К. Негматов

Д.Б. Ахунов

А.А. Атамов

М.Б. Толипов

Наманганский инженерно-строительный институт

Аннотация: *Исследованы причины воздействия физико-химических свойств исходной воды на эффект осветления, грязеемкости и потери напора в загрузке фильтра. Описаны процессы, происходящие в зернистой загрузке при осветлении путём фильтрования воды. Картина распределения взвеси в слоях загрузки соответствует закономерностям процесса осветления воды при фильтровании.*

Ключевые слова: *осветление воды, коагуляция, адгезия, суффозия, грязеемкость загрузки, зернистый фильтрующий слой, гранулометрический состав, механизм задержания взвеси, скорость фильтрования, эффект осветления, фильтрат.*

Сверхскоростные фильтровальные станции широко применяются как для грубого осветления природных вод, так и для получения воды высокого качества. В результате многочисленных исследований очистки природной воды методом сверхскоростного фильтрования, проведенных известным русским ученым Г.Н. Никифоровым и его учениками установлено, что при одной и той же загрузке и начальной скорости фильтрования на показатели работы фильтра оказывают влияние физико-химические свойства исходной воды и взвеси в ней. Изменение этих свойств непосредственно отражается на эффекте осветления исходной воды, грязеемкости и потере напора в загрузке фильтра. Причина воздействия заключается в закономерностях процесса осветления воды.

Рассматривая процесс очистки воды в скорых фильтрах как совокупность процессов адгезии и суффозии взвешенных частиц на поверхности зёрен фильтрующей загрузки проф. Д.М. Минц высказал предположение, что при осветлении воды путём фильтрования, в загрузке фильтра происходят следующие процессы:

1. Задержание из воды крупных примесей и заряженных одноименно с фильтрующим материалом частиц в верхнем слое загрузки и в лабиринтах её пор.

2. Контактная коагуляция, или прилипание взвеси к зернам загрузки вследствие сил физико-химического взаимодействия между ними.

3. Адсорбция мелких частиц из воды на поверхности частиц задержанной взвеси.

4. Отрыв от зерен загрузки ранее прилипших частиц в верхних слоях, перенос и задержание их в нижележащих слоях загрузки при воздействии сил движущегося потока воды.

5. Вынос в фильтрат устойчивой взвеси, не задерживаемой при фильтровании.

В задачу проводимых исследований входит получение формул для определения:

коэффициента α по данным физико-химических анализов исходной воды и взвеси в ней;

грязеёмкости загрузки и эффекта осветления исходной воды в зависимости от значения α , гранулометрического состава загрузки и скорости фильтрования.

В зависимости от свойств воды и взвеси на осветление воды могут влиять все указанные процессы в одинаковой степени или какие-то из них будут преобладающими. Состояние и вид задержанной взвеси в порах загрузки будут различными.

По данным профессора Д. М. Минца, хлопьевидная влагоемкая взвесь занимает в порах загрузки большой объем, но в высушенном виде имеет малый вес. Тяжелая взвесь в плотном теле занимает малый объем в порах. Уменьшение объема пор в процессе заиливания фильтра определяет грязеёмкость и потерю напора в загрузке.

Метод расчета сверхскоростных фильтровальных станций основан на грязеёмкости загрузки с учетом способности задержанной взвеси занимать разный объем в порах. Эта способность характеризуется величиной объёмного коэффициента α (в м³/кг), показывающей, какой объем во влажном состоянии занимает в порах весовая единица сухой взвеси. Величина предельной грязеёмкости загрузки диктует в конечном счете состав станции и схему автоматизации ее работы.

Грязеёмкость, потеря напора в загрузке и объёмный коэффициент связаны между собой в следующих известных формулах:

$$K_n = K_0 \cdot \left(1 - \frac{\alpha M_n}{W_3 m_0}\right)^3; h = \frac{V_n \cdot h_{\text{сл}}}{K_n}; \alpha = \frac{W_{\text{вз}}}{M_n}; M_n = \frac{M_{\phi} \cdot t_n}{t_{\phi\text{ц}}}; M_n = M_{\text{исх}} \cdot \varepsilon$$

В формуле K_0 , K_n — коэффициенты фильтрации чистой загрузки и в расчетный момент;

M_n — весовое количество задержанной взвеси в загрузке фильтра к расчетному моменту;

W_3 — объем загрузки в фильтре;

m_0 — средняя пористость загрузки в фильтре;

v_n — скорость фильтрации в расчетный момент;

$h_{\text{сл}}$ — высота слоя загрузки в фильтре;

$W_{\text{вз}}$ — объем, занимаемый задержанной взвесью в порах загрузки;

M_{ϕ} — предельная грязеемкость загрузки;

$t_{\phi_{ц}}$ — продолжительность фильтроцикла фильтра (от промывки до промывки) в режиме автоматики;

\mathcal{E} — эффект осветления исходной воды;

$M_{исх}$ — количество взвеси, поступившей в фильтр с исходной водой к расчетному моменту.

Как видно из формул, коэффициент α оказывает большое влияние на работу фильтра. Грязеемкость и эффект осветления в свою очередь еще зависят от гранулометрического состава загрузки и скорости фильтрования. При отсутствии данных по этим трем показателям (α , M_{ϕ} и \mathcal{E}) расчет фильтровальных станций невозможен.

Данные по α , M_{ϕ} , \mathcal{E} могут быть получены экспериментальным путем на опытной установке. Однако не при всех случаях проектирования возможно проведение опытов в течение длительного периода для получения расчетных величин.

Последнее время сверхскоростные фильтровальные станции начали применять не только для очистки природной воды в системах производственного водоснабжения, но и для очистки стоков с целью их использования в системах оборотного водоснабжения. В этой связи с учетом необходимости обязательного расчета всех проектируемых станций встала задача установить аналитические зависимости для определения α , M_{ϕ} и \mathcal{E} .

С целью выявления зависимости коэффициента α от показателей качества исходной воды и взвеси в ней по данным физико-химических анализов нами были обработаны результаты ряда опытов по фильтрованию природной воды. Данные опытов подтверждают предположение о существовании определенных зависимостей, вид которых показан на рис. 1.

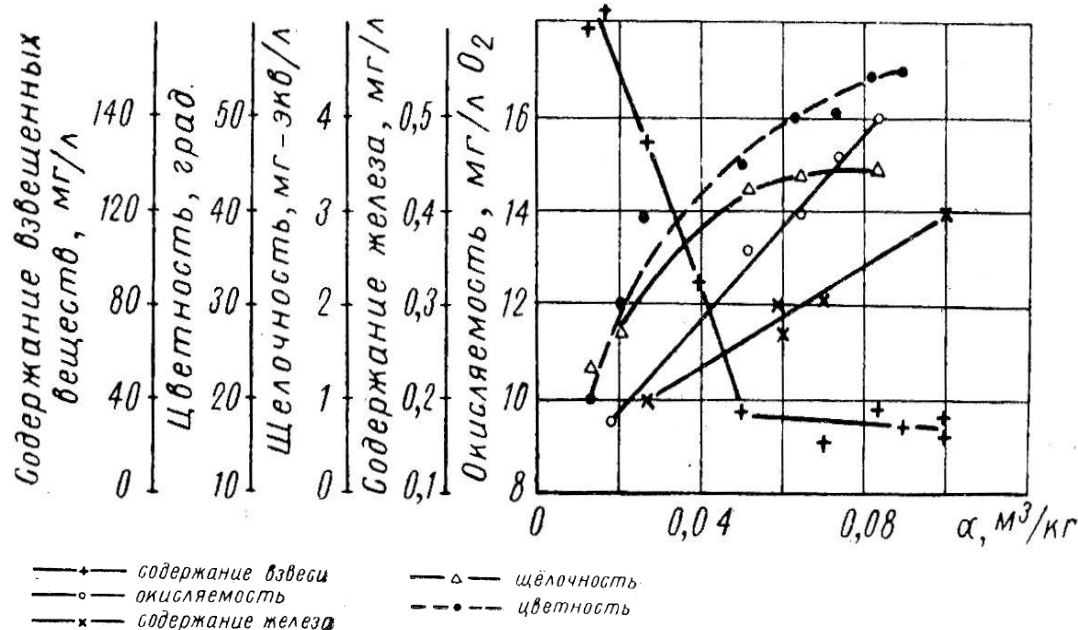


Рис.-1. График зависимости коэффициента α от показателей качества исходной воды

По данным тех же опытов зависимость распределения в слоях загрузки задержанной взвеси по весу и свойствам представлена на рис.- 2. Тяжелая взвесь остается, в основном, в верхних слоях загрузки, более легкая проникает глубже. Картина распределения взвеси соответствует закономерностям процесса осветления воды при фильтровании.

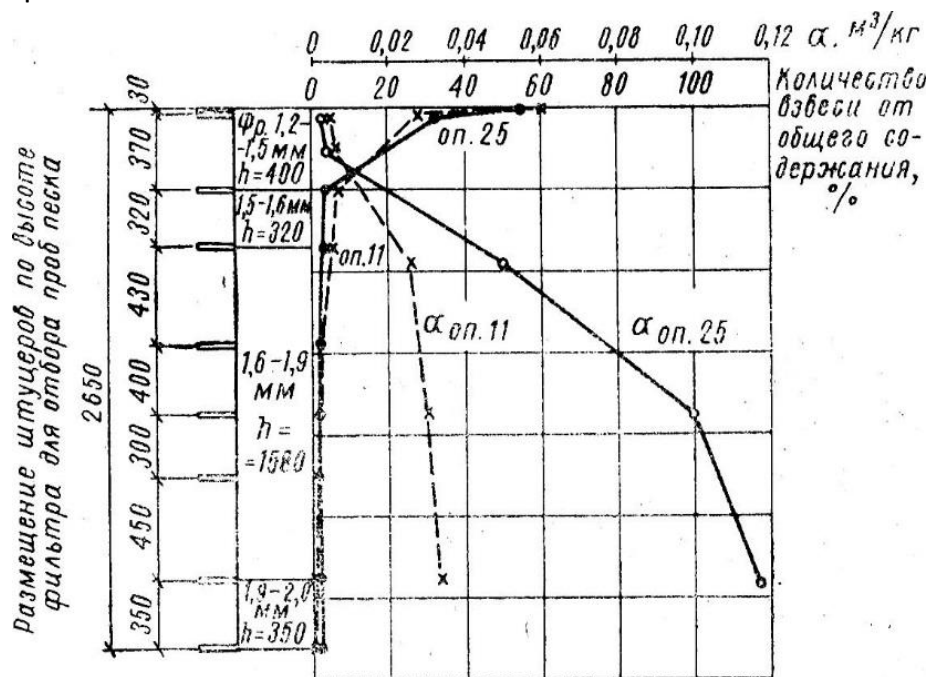


Рис. 2. График распределения задержанной взвеси и величины коэффициента α в слоях загрузки фильтра

Из анализа формул, приведенных выше, можно полагать, что непосредственная значимость α от m_0 также существует и будет линейной.

Представленные на рис - 1 и 2 данные являются предварительными. Дополнительные опытные данные, будут представлены после проведения специальных исследований на опытной многоцелевой установке в производственных условиях с природными водами, имеющими различные физико-химические показатели, выполнение которых запланировано на втором этапе исследований.

Результаты исследований позволят обоснованно решать вопросы проектирования фильтровальных станций систем водоснабжения хозяйственно-питьевого и производственного назначения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Негматов, М. К., Атамов, А. А., & Буриев, Э. С. (2017). Автоматика систем водоснабжения и контрольноизмерительные приборы. *Учебное пособие/-Ташкент: изд. "Тафаккур Бустони*.
2. Negmatov, M. K., & Adashevich, T. A. Water purification of artificial swimming pools. *Novateur Publication India's International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology [IJIERT] ISSN, 2394-3696*.
3. Negmatov, M. K., Zhuraev, K. A., & Yuldashev, M. A. (2019). Treatment of Sewage Water of Electrical Production on Recycled Filters. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 6(10), 11132-11135*.
4. Negmatov, M., Kovalenko, V. I., Shumnyi, V. K., & Asrorov, K. A. (1975). Induction of cytoplasmic male sterility in cotton by the method of radiation mutagenesis. *Soviet genetics*.
5. Negmatov, M. K. (2021). WATER EXCHANGE MODE IN SWIMMING POOLS WITH RETURN WATER SUPPLY SYSTEM. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR), 7(4), 1-1*.
6. Negmatov, M. K., Atamov, A. A., & Buriev, E. S. (2017). Automation of water supply systems and instrumentation. *Study guide/-Tashkent: ed. "Tafakkur Bustoni*.
7. Негматов, М. К., Султанов, С. С., & Толипов, М. Б. (2023). Методика проведения лекционных занятий при изучении дисциплины «системы водоснабжения и водоотведения» в инженерных вузах. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 11, 119-126*.
8. Negmatov, M., Boboeva, G., & Negmatov, U. (2022, August). Environmental aspects of processing and use wastewater sludge in agriculture. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1076, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
9. РУДЗСКИЙ, Г. Г., КИМ, А. Н., ГУСАКОВСКИЙ, В. Б., & НЕГМАТОВ, М. К. (1990). Патронный фильтр для очистки жидкости.
10. Negmatov, M., Kovalenko, V. I., Shumnyj, V. K., & Asrorov, K. A. (1975). Induction of CMS in cottonplants by means of radiation-induced mutagenesis. *Genetika, 11(12), 136-138*.
11. Mamajanov, M., & Negmatov, M. K. A Simplified Method for Determining the Water Supply of Centrifugal and Axial Pumping Units of Municipal Water Supply Systems. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology, (1), 1-7*.
12. ТОЛКАЧЕВА, С. Е., ЗАЙЦЕВ, С. В., НЕГМАТОВ, М. К., & РОМАНЕНКО, В. А. (1993). Патронный фильтр для очистки жидкости.
13. НЕГМАТОВ, М. К., КЕРОВ, В. А., ЗАЙЦЕВ, С. В., & СЛАВИНСКИЙ, А. С. (1990). Фильтр для очистки жидкости.

14. Karimovich, N. M., Sharipovich, J. S., & Abduxamidovich, A. A. (2023). FILTRATION OF NATURAL WATER WITH INCREASED UPFLOW SPEED. *European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*, 3(01), 07-20.
15. Негматов, М. К., Атамов, А. А., & Жураев, Х. А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРОПЕРЛИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД. *ЖУРНАЛИ*, 142.
16. TK, M. N., & Atamov, A. Water purification on pressure filters. *LAP LAMBERT Academic Publishing*, 1, 1-135.
17. Negmatov, M. K. (2021). Suv tayyorlash texnologiyasining "Tabiiy suvlarni filtrlash" bolimining Venn diagrammalari metodi asosida organish boyicha ayrim mulohazalar. *Uzliksiz talim*, 2, 62-66.
18. Негматов, М. К., Атамов, А. А., Негматов, У. М., Вспомогательными, Г. О. П. С., & Материалами, Ф. (2020, June). ECLSS Online 2020b. In *2nd ECLSS International Online Conference on Economics and Social Sciences. Istanbul/TURKEY*
19. Negmatov, M. K., & Atamov, A. A. Suv ta'minoti tizimlari avtomatikasi va nazorat-o'lchov asboblari. *Tafakkur bustoni" nashriyoti*, 1, 1-367.
20. Negmatov M.K., Atamov A.A. [Gaz va suv ta'minoti tizimlari avtomatikasi va nazorat-o'lchov asboblari](#).
21. МК Негматов, АА Атамов, Т Мамажанов. [Автом атика систем водогазоснабжения и контрольно-измерительные приборы](#). Учебное пособие/-Ташкент: изд. "Тафаккур Бустони", 2017.-368 с
22. NEGMATOV, M., & KA, A. (1975). INDUCTION DE LA STERILITE MALE CYTOPLASMIQUE CHEZ LE COTONNIER PAR IRRADIATION AUX RAYONS X.
23. Negmatov, M., Shumhyi, V. K., & Kovalenko, V. I. (1972). Male sterility of cotton; a review. *Khlopkovodstvo*.
24. Негматов, М. К. (2021). Некоторые рекомендации по изучению раздела технологии водоподготовки "Фильтрация природных вод" на основе систематизированной диаграммы Венна. *Непрерывное образование. Ташкент*, 62-66.
25. Негматов, М. К., & Салиева, Г. Т. (2013). Интерактивные формы обучения применительно к специальным дисциплинам/Республика илмий-амалий конференция материаллари тупламида. 2-кисм. 44-46 бетлар.
26. Негматов, М. К., & Ахунов, Д. Б. (2022). Системы водоснабжения и водоотведения. Учебно-методический комплекс. *Наманган. НамИСИ*.
27. M. Negmatov, A. Atamov, T. Kasimov. Water Purification on Pressure Filters / LAP LAMBERT Academic Publishing. 2021. Pp. 135.
28. Негматов М., Бобоева Г., Бекмирзаев Г. Некоторые соображения по очистке природных вод на усовершенствованных фильтрах // Международной научно-практической конференции. Самарканд. 2022.-С.129

29. Рудзский, Г., Ким, А. Н., Негматов, М. К., & Ризо, Е. Г. (1989). Опытнo-промышленная линия доочистки сточных вод Колпинского литейно-механического завода. *Очистка природных и сточных вод: Тез. док./ВНИИВОДГЕО. Москва*, 148-149
30. НЕГМАТОВ, М. К., КЕРОВ, В. А., ЗАЙЦЕВ, С. В., & СЛАВИНСКИЙ, А. С. (1990). Фильтр для очистки жидкости.
31. Ким, А. Н., Гусаковский, В. Б., & Негматов, М. К. (1989). Авторское свидетельство SU 1493286 A1, 15.07. 1989.
32. ФИЛЬТР, С. Авторское свидетельство SU 1493286 A1, 15.07. 1989.
33. РУДЗСКИЙ, Г. Г., КИМ, А. Н., ГУСАКОВСКИЙ, В. Б., НЕГМАТОВ, М. К., РИЗО, Е. Г., & ЕЗЕРСКИЙ, А. И. (1990). Самоочищающийся патронный фильтр для очистки воды.
34. ФИЛЬТР, Д., Негматов, М. К., Керов, В. А., & Зайцев, С. В. (1990). АС Славинский-Авторское свидетельство SU 1607875 A1, МПК ВО1D 29/62.
35. Негматов, М. К., Атамов, А. А., & Жураев, Х. А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРОПЕРЛИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД. *ЖУРНАЛИ*, 142.
37. Negmatov M.K. (2023). Methodology for lectures when studying the discipline «water supply and water drainage» in engineering higher education institutions. *PEDAGOG*, 6(5), 482
38. Негматов Мирзобахром Каримович., Ахунов Данияр Бахтиярович. (2023). Опыт удобрения почв осадком канализационных сточных вод в наманганской области. *PEDAGOG*, 6(5), 493-504
39. Негматов М.К.. (2023). МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ» В ИНЖЕНЕРНЫХ ВУЗАХ. *So'ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi*, 6(5)
40. Karimovich, N. M., & Bakhtiyarovich, A. D. (2023). EXPERIENCE OF SOIL FERTILIZATION WITH SEWER SLUDGE WASTE WATER IN NAMANGAN REGION. *Научный Фокус*, 1(1), 396-406.
41. Рудзский Г.Г., Кассир А.Х., Негматов М.К. Очистка воды сверхскоростными фильтрами с восходящим потоком. //Межвуз. темат. сб. тр.-Л.: ЛИСИ, 1987. –С.11-15.
42. Г. Рудзский, АН Ким, МК Негматов, ЕГ Ризо. Опытнo-промышленная линия доочистки сточных вод Колпинского литейно-механического завода. Очистка природных и сточных вод: Тез. док./ВНИИВОДГЕО. Москва, 148-149
43. Негматов М.К., Дадахужаев А.А., Хайдаров Ш. Э. Фильтрация воды с восходящим потоком. //Научно-технический журнал Ферганского политехнического института. Фергана. 2015. № 3. Стр. 41-42.
44. Negmatov, M., Shumhyi, V. K., & Kovalenko, V. I. (1972). Male sterility of cotton; a review. *Khlopkovodstvo*.
45. Kovalenko V. I. Negmatov M. N. Ataev I. A. Shumny V. K Genetic aspects of propagation systems of species of the Gossypium L. genus and the problem of early ripening of cotton varieties. *Soviet agricultural biology: Part 1: Plant biology*. 1987

46. Шамшидинов, И., Мамаджанов, З., Мамадалиев, А., & Ахунов, Д. (2014). Ангрен каолинларига термик ишлов бериш жараёнини саноат шароитида ўзлаштириш. *ФарПИ илмий-техник журнали.–Фарғона, 4*, 78-80.
47. Bakhriddinov, N. S., & Akhunov, D. B. (2023). Hazards depending on properties of dusts.
48. Мамадалиев, А. Т., & Ахунов, Д. Б. (2023). ДЕЙСТВИЕ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ НАВОДНЕНИИ. *PEDAGOG, 6(3)*, 147-157.
49. Мамадалиев, А. Т., & Ахунов, Д. Б. (2023). МИНЕРАЛОГИЯ, КРИСТАЛЛОГРАФИЯ ВА КРИСТАЛЛОКИМЁ ФАНИ МАВЗУСИНИ ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ АСОСИДА ЎЎҚИТИШ. *PEDAGOG, 6(3)*,
50. Бахриддинов, Н. С., & Ахунов, Д. Б. (2023). НОВАЯ СИСТЕМА ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИИ. *Modern Scientific Research International Scientific Journal, 1(2)*, 120-130.
51. Sadriddinovich, B. N., & Bakhtiyarovich, A. D. (2023). HAZARDS DEPENDING ON PROPERTIES OF DUSTS. *PEDAGOG, 6(3)*, 544-552.
52. Ахунов, Д. Б., & Парпиев, О. Т. (2023). РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ. *Новости образования: исследование в XXI веке, 1(11)*, 226-235.
53. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). INITIAL MATERIALS AND METHODS FOR INVESTIGATION OF BASALT ROCKS OF THE KUTCHI DEPOSIT. *TA'LIM VA RIVOJLANISH TAMLILI ONLAYN ILMIY JURNALI, 3(3)*, 71-75.
54. Axunov, D. B., & Muxtoraliyeva, M. A. (2022). OQOVA SUVLARNI TOZALASH TECHNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISHGA TAVSIYALAR BERISH. *Экономика и социум, (2-1 (93))*, 40-46.
55. Ахунов, Д. Б. (2008). *Стекла и ситаллы на основе базальтов Кутчинского месторождения* (Doctoral dissertation, –технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Ташкент, 2008.–143 с).
56. Ахунов, Д. Б. (2023). КОММУНИКАЦИЯ ТИЗИМИНИ ЛОЙИХАЛАШ ЖАРАЁНИДА МЕЎНАТ МУЎОФАЗАСИ ҚОЙДАЛАРИНИ АСОСЛАШ. *Новости образования: исследование в XXI веке, 1(10)*, 566-574.
57. Ахунов, Д. Б., & Ахатов, Д. Н. (2023). Исследование кристаллизацию расплавленных шихт на основе базальтов. *BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI, 3(3)*, 384-389.
58. Ахунов, Д. Б. (2023). КУТЧИ КОНИ БАЗАЛЬТ ЖИНСЛАРИНИ ЎРГАНИШНИНГ ДАСТЛАБКИ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ. *PEDAGOG, 6(4)*, 382-390.
59. Ахунов, Д. Б. (2023, March). ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУТЧИ. In *E Conference Zone* (pp. 1-6).

60. Ахунов, Д. Б., & Машрапов, Б. О. (2023). ПРОБЛЕМЫ В СИСТЕМАХ ОТВОДА СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НАШЕЙ РЕСПУБЛИКИ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(9), 876-884.

61. Ахунов, Д. Б. Синтез стекол на основе базальтов Кутчинского месторождения. In *Международная конференция по химической технологии: Тез. докл* (Vol.5, pp.63).

62. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). STUDY OF CRYSTALLIZATION OF MELTED CHARGES BASED ON BASALT. *Scientific Impulse*, 1(8), 989-994.

63. Ахунов Данияр Бахтиярович. (2023). ИК-спектроскопические и электронно-микроскопические исследование закристаллизованных стекол. *Scientific Impulse*, 1(9), 1289–1297.

64. Ахунов, Д. Б. (2023). ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЗАКРИСТАЛЛИЗОВАННЫХ СТЕКОЛ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(10), 1045-1052.

65. Ахунов, Д. Б. Машрапов Баходер Олемџановеч. *Проблемы в системах отвода сточных вод промышленных предприятий нашей Республики.. PEDAGOG*, 6(4).

66. Ахунов, Д. Б. (2023). БОСИМ ОСТИДА ИШЛОВЧИ ҚУРИЛМАЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШДА ХАВФСИЗЛИК ТЕХНИКАСИ ТАЛАБЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ. *Научный Фокус*, 1(2), 420-428.

67. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). BASED ON LABOR PROTECTION RULES IN THE PROCESS OF DESIGNING COMMUNICATION SYSTEMS. *SO 'NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI*, 6(5), 254-262.

68. Bakhtiyarovich, A. D. (2023). IK SPECTROSCOPIC AND ELECTRON MICROSCOPIC STUDIES OF CRYSTALLIZED GLASSES. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(10), 537-544.

69. Исмаев, А. А., Ахунов, Д. Б., & Ходжаев, Н. Т. (2006). Новые проявления базальтов–сырьё для производства стеклокристаллических изделий. In *Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства: Труды международной науч. техн. конф* (Vol. 1, pp. 310-312).

70. Исмаев, А. А., Ахунов, Д. Б., & Ходжаев, Н. Т. (2006). в *Int. Sci. Pract. Conf."*. *High Technol. Prospect. Интегр. Educ. Sci. Prod*, 310-312.

71. Ахунов, Д. Б., Исмаев, А. А., Арипова, М., Мкртчян, Р. В., & Ходжаев, Н. Т. (2007). Исследование базальтовых пород Кутчинского месторождения для получения стекол и ситаллов. *Kimyo va kimyo texnologiyasi*, (3), 22.