

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«ҒЫЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»  
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«ҒЫЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»**

**PROCEEDINGS  
of the XX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«ҒЫЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»**

**2025  
Астана**

УДК 001(06)  
ББК 72я631  
F96

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025» студенттер мен жас ғалымдардың  
XX Халықаралық ғылыми конференциясы = XX Международная  
научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE  
BILIM – 2025» = The XX International Scientific Conference for  
students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025». – Астана:  
– 3813 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-08-5373-7

**Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас  
ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті  
мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.**

**The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young  
researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities. В сборник  
вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по  
актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.**

УДК 001(06)  
ББК 72я431  
F96

ISBN 978-601-08-5373-7

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2025

		приложения для создания визуального портфолио	
1720.	Уркенова Д.А.	Социальный брендинг и его влияние на современный мир	7346
1721.	Хабибулина А.Р.	Психология цвета в айдентике: как цвета влияют на восприятие бренда	7350
1722.	Хитуова М.Т.	Искусственный интеллект в графическом дизайне: новые возможности и вызовы	7353
1723.	Шаймуханбет А.	Современные тенденции в создании сувениров: от массового производства к уникальным изделиям	7355

### 11.7 НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДЫ В СФЕРЕ ДИЗАЙНА

1724.	Аманбек Назерке	Контемпорари стиліндегі сұлулық салонын қайта өңдеу, эстетика мен қолайлылық үйлесімі	7360
1725.	Әмір Әлия Әшімханқызы	Дәмхана интерьерін заманауи стильде қайта әзірлеу	7364
1726.	Мешітбай Дәмеш Мұратқызы	Косметолгия салонының интерьерін биоскандинавиялық стилде оңтайландыру	7367
1727.	Жалғас Зарина Нұрланқызы	Ескі мен жаңаның үйлесімі: ескі үйді контемпорари стильде қайта құру	7371
1728.	Ескенова Ажар Қадыржанқызы	Сұлулық салонын минимализм стилінде Қайта өңдеу	7374
1729.	Кульжнова Жасмин Нуржановна	Эргономика и инклюзивный дизайн в использовании экологических текстильных решений в интерьере	7377
1730.	Болысбекова Райхан Темирбековна	Костюм дизайндағы шығармашылық композиция	7380
1731.	Альбусынова Сымбат Думановна, Ералы Эльмира Әнуарбекқызы	Шағын қалаларға арналған инновациялық кітапханалар мен білім беру орталықтарын жобалау	7382
1732.	Садырбай Ақмарал Жұмабекқызы	Этнографиялық символизмнің Сәндік өнерде қолданылуы	7385

### СЕКЦИЯ 12 ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКА / TRANSPORT AND ENERGY

<b>Подсекция 12.1 Транспортная инженерия Көлік инженериясы / Transport engineering</b>			
1733.	Алдаберген А.А.	Қазақстандағы автомобиль нарығының жан-жақты талдау	7392
1734.	Дюсенбаева А.А.	Биодизель: Қазақстандағы даму перспективалары	7395
1735.	Қалтай А.Б.	Биосутегі: оның өндірісі, Қазақстандағы дамуы	7397
1736.	Жанайдар С.Ж.	2024 жылдың теміржол вагондарының	7400

		инфрақұрылымы	
1737.	Курбанов Д.А.	Климат-контроль в транспортных средствах: сравнение Казахстана и стран Европы	7403
1738.	Амангельдинов А.С.	Проблемы карьерных самосвалов Казахстана. Путь их решения	7408
1739.	Гордей К.С.	Анализ применения экологичных материалов для тормозных колодок	7416
1740.	Кушмагамбетов Т.Р.	Оптимизация конструкций транспортных средств	7421
1741.	Казбеков Е.С.	Система рекуперации выхлопных газов EGR	7426
1742.	Ералин Д.Д.	Транспорт и углеродный след: анализ ситуации в Астане за последние три года	7430
1743.	Алданыш А.С.	Разработка методики формирования сети электрозарядных станций в Казахстане	7433
1744.	Кожаметов Т.Н.	Повышение эффективности использования транспортных средств и организации перевозок зерна в Костанайской области	7437
1745.	Мейрманов Р.С.	Прогнозирование потребности в колесных парах грузовых вагонов и совершенствование технологии их ремонта на железных дорогах Республики Казахстан	7441
1746.	Талғатұлы М.	Ақылы жол жүйесі: даму бағыты мен болашағы	7444
1747.	Зинатуллин А.Р.	Диагностика электрооборудования тягового электропривода электротранспортных средств	7447
1748.	Разбек Д.М.	Повышение эффективности технического обслуживания тормозной системы автомобилей	7450
1749.	Мерекеұлы Н.	Қостанай облысында ауыл шаруашылығы техникасына қосалқы бөлшектерді жеткізу	7453
1750.	Жорабек А.Н.	Моделирование ленточного конвейера с полимерной лентой	7454
1751.	Бейімбетұлы Б.	Астана қаласында құрылыс қалдықтарын тасымалдауды жетілдіру жолдары	7458
1752.	Шамаганов Д.Т.	Модернизация подвески автотранспортных средств для условий бездорожья, с повышением надежности	7460

**Подсекция 12.2 Теплоэнергетика  
Жылуэнергетика / Heat power engineering**

1753.	Арысбай М.Б.	Қант зауытының қалдықтарын қайта өңдеудің энергия үнемді әдістемесін	7467
-------	--------------	--	------

		эзірлеу	
1754.	Жапбаралы Т.	Научно-технические аспекты разработки технологий солнечной электростанции для условий Республики Казахстан	7469
1755.	Жумагулова Д.К.	Обзор влияния влажности воздуха на эффективность фильтрации пыли в промышленности	7474
1756.	Жұманазар Н.Д.	Ғимараттарды жылу изоляциялаудың заманауи технологиялары – энергия үнемдеу стратегиясы	7479
1757.	Кабимулла А.Н.	Исследование и разработка катодных материалов с повышенной каталитической активностью для твердооксидных топливных элементов	7488
1758.	Қаирбеков А.Ж.	Қазақстан Республикасында биогазды пайдалану болашағы	7490
1759.	Қалжігіт Қ.Б.	Оценка эффективности частичного сжигания водорода в парогазовой установке	7494
1760.	Omarbekova A.B.	To the question of labor safety in thermal power industry	7499
1761.	Турикпенбаева А.А.	Газтурбиналық қондырғылардың жану камераларында көмірді газдандыру өнімдерін тиімді жағу үшін жанарғы құрылғысын жасау	7502

**Подсекция 12.3 Стандартизация, сертификация и метрология**  
**Стандарттау, сертификаттау және метрология / Standardization, certification and metrology**

1762.	Аукенова Ж.Ж.	Повышение эффективности системы сертификации безопасности конструкций транспортных средств в Казахстане: проблемы и пути решения	7509
1763.	Ахмаджанова Н.Б.	Принципы ХАССП и их применение в системе безопасности пищевых продуктов	7511
1764.	Бекзатқызы А.	Массаны өлшеу құралдарын калибрлеу процесстерін жетілдіру бойынша шетелдік тәжірибе	7513
1765.	Беркинова Т.Р.	Государственный контроль в области технического регулирования: недостатки законодательства и перспективы их устранения	7516
1766.	Ғабиден Д.Ғ.	Мемлекеттік рәміздерді дайындауды бақылау	7518
1767.	Егенберген Е.Е.	Қазақстанда экологиялық таза өнім өндіруді міндеттеу	7522
1768.	Жанатова А.Е.	Кеден одағындағы теміржол көлігінің сапасын бағалау жүйесі	7524
1769.	Жандилдашева А.Р.	О качестве туристических услуг в Республике Казахстан	7532

1770.	Зарлыкова Г.О.	К вопросу о стандартизации субпродуктов яка	7535
1771.	Зархынбек З.	Аттракциондарды пайдалану кезінде қауіпсіздік талаптарының сақталуын талдау	7537
1772.	Заханова С.Б., Мустафаева А.С., Тілепалды Д.Қ.	ҚР СТ 1288-2016 стандартына сәйкес жол сапасын бағалау технологиясы	7541
1773.	Калиакпарова К.Б.	Метрологиялық бақылаудың заманауи әдістерін енгізудің маңыздылығы	7545
1774.	Қуанышбек А.	Фальсификация товаров как угроза безопасности для потребителей	7548
1775.	Кульдабаева А.Е.	Интеграция стандартов в процессы жизненного цикла продукции: вызовы и решения	7551
1776.	Марат Е.А.	Өнеркәсіптік жүк көтергіш крандарды радиобасқару жүйесіне көшіру	7556
1777.	Нұрат М.Н.	Халал индустрияның ұлттық инфрақұрылымына тиімді механизмді енгізу бойынша талдау және ұсыныстар әзірлеу	7558
1778.	Нұрғазы А.Н.	«Е-KTRM» платформасында сертификатсыз тауарларды цифрлық есепке алу	7562
1779.	Нұрман Д.К.	ҚР СТ ISO 45001-2019 стандартының еңбек қауіпсіздігіне әсері: тиімділігін бағалау және оңтайландыру жолдары	7564
1780.	Оразаев М.В.	Актуальные вопросы сертификации товаров и услуг	7568
1781.	Оралханова А.Қ.	Айналысқа шығарылған құрылыс материалдарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету деңгейін айқындау және оны арттыру жөніндегі ұсынымдар әзірлеу	7572
1782.	Орынғалиұлы А., Альжанова А.К.	Методологические подходы к повышению точности измерений теплопроводности и температуропроводности нанокompозитных материалов	7575
1783.	Рамазанова Ә.Б.	Цифрландырудың тау-кен өндірісіндегі сапа мен қауіпсіздікке әсерін талдау	7580
1784.	Рысбек Ж.Қ.	ISO стандарттарына сәйкес керамикалық кірпіш өндірісінің сапасы мен тиімділігін басқару бойынша ұсынымдарды талдау және әзірлеу	7585
1785.	Садықова Ж.Е., Акбердиева А.Б.	Метрологическое обеспечение измерений при синтезе функциональных материалов	7588
1786.	Сағымбекова А.С.	Әртүрлі елдердегі метрологиялық бақылау тәсілдерін салыстырмалы талдау	7592

1787.	Саутова А.К.	ҚР СТ ISO 14001-2016 экологиялық менеджмент жүйесін ұйымдарға енгізудің тиімділігін бағалау	7596
1788.	Серік М.Р., Есеркенов А.Б.	CaSo <sub>4</sub> оптикалық қасиеттерін зерттеуге кешенді көзқарас	7601
1789.	Сисенова Ж.Н.	Химиялық кәсіпорындарында өлшемдерді метрологиялық қамтамасыз етуді жетілдіру жөнінде ұсынымдар әзірлеу	7603
1790.	Сугирова А.А.	ҚР СТ ІЕС 31010-2020 бойынша тәуекелдерді басқарудың негіздері	7607
1791.	Танирбергенова А.	Мемлекеттік бақылаудың цифрлық трансформациясы	7612
1792.	Уразбекова Д.В.	Актуальные вопросы повышения качества транспортной логистики в Казахстане: проблемы и возможности	7615
1793.	Ұлан Н.Н., Рымбекова Д.М.	Материалдардың оптикалық сипаттамаларын өлшеудің метрологиялық қамтамасыз етілуі	7619

**Подсекция 12.4 Электроэнергетика**  
**Электр энергетикасы / Electric power industry**

1794.	Абдимиталипов А.У.	Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях	7621
1795.	Айсаев Е.С.	Внедрение системы мониторинга запасов устойчивости в Западной зоне ЕЭС Казахстана	7625
1796.	Айсанов А.Б.	Анализ параметров изоляции воздушных линий 6-10 кВ на промышленных предприятиях	7632
1797.	Алтынбаев Н., Мухаметжан Е., Ерік Е., Жанмурзен Ж.	Электр тізбегін есептеу әдістерінің даму кезеңдері	7635
1798.	Ахметбаев А.Д.	Расчеты установившихся режимов сложной сети с применением принципов диакоптики	7639
1799.	Бахыт Ә.Қ.	Общая задача об определении «Тормозная система Supress аварийного торможения ветроэнергетической установки на ВЭС Бадамша-1»	7643
1800.	Данекерова Г.Қ.	Хромтау қаласындағы жел электр станциясын салудағы технологиялық ерекшеліктер мен инновациялар	7648
1801.	Дербисалина Д.А., Касимова А.К.	Орташа кернеулі кабель желілерін қолдану ерекшеліктері	7652
1802.	Дошимов К.Ш.	Модель системы «двигатель Стирлинга α-типа – электрогенератор - нагрузка»	7655
1803.	Жарасканова А.Ж.	Электр энергиясын тұтыну режимдерін оңтайландырудың заманауи тәсілдері	7659

1804.	Іргебай А.М.	Электрмен жабдықтау жүйелеріндегі электр энергиясының шығынын азайту әдістеріне шолу	7665
1805.	Капен Т.А.	Влияние коротких замыканий на работу частотно регулируемых электродвигателей	7668
1806.	Кожаметова Ә.Д., Қалтай Е.А., Маулен Ә.Н., Мухамед Б.	Электроэнергетикалық қауіпсіздік және экология	7673
1807.	Қалдыбаев Д.Т.	«MATLAB-Simulink» көмегімен интеграцияланған жел қондырғысының имитациялық моделін әзірлеу" анықтамасының жалпы міндеті	7678
1808.	Мухаметжан Е., Мұқият Е., Мұратова А., Мырзабеков Ә.	Нөлдік ғимараттардың энергиясы (Zero-energy buildings): үйлер өздерін қалай энергиямен қамтамасыз ете алады	7682
1809.	Өмірбек Ә.Т.	Ұзын электр желілеріндегі ток мөлшеріне климаттық жағдайлар мен күн белсенділігінің әсерін бағалау	7686
1810.	Сарбасов Н.К.	Разработка модели системы накопления энергии на ветровой электрической станции 100 МВт для стабилизации отпускной мощности	7691
1811.	Сериков Е.Б., Русланулы Д.	Оптимальные условия эксплуатации силовых трансформаторов при перегрузках с учетом явления насыщения магнитных сердечников	7695

**Подсекция 12.5 Эксплуатация транспорта и логистика  
Көлікті пайдалану және логистика / Transport operation and logistics**

1812.	Auesbekova M.A., Dukenbayeva G.M.	Strategies for improving logistics company reliability	7700
1813.	Tsoy T.R.	The influence of astronomical factors on satellite navigation systems	7704
1814.	Kulmurzina A., Iskakov D.	The role of transport models in urban mobility management: a case study of Astana with a focus on microscopic simulation	7706
1815.	Nadimov B., Topilskiy R.	UAV-based data collection for transport simulation: potential and practical applications	7711
1816.	Абдильманова А.С.	Будущее грузоперевозок: как альтернативный транспорт меняет экологические стандарты логистики	7715
1817.	Әлімхан А.О., Гаас Р.А.	Повышение эффективности организации дорожного движения на перекрестке улиц Мәңгілік Ел - Достық	7720
1818.	Бадылбаева Д.Б.	Развитие контейнерных перевозок в Республике Казахстан в контексте модернизации транспортно-	7724

		логистических центров	
1819.	Батешов Е.А.	Об отсутствии безпересадочных железнодорожных пассажирских маршрутов с большинства южных областей Казахстана до городов Костанай и Усть-Каменогорск	7727
1820.	Бекмағанбет И.Б.	«ҚТЖ-ЖТ» ЖШС филиалы «Жамбыл ЖТ бөлімшесі» Шығанақ станциясы мен оған жалғасатын жоларалықтарын модернизациялау арқылы теміржол тасымалын оңтайландыру	7731
1821.	Бердәлі Н.Т.	Заманауи қолданыстағы детекторлар	7736
1822.	Дукенбаева Г.М., Ауесбекова М.А.	Роль и объем перевозок транспортных коридоров Казахстана в 2024 году	7741
1823.	Жанботаұлы М.	Халықаралық көлік дәліздерінде көлік-экспедициялық қамтамасыз етуді ұйымдастырудағы кейбір мәселелер	7744
1824.	Жортуғулов О.М.	Заманауи таспалы конвейер	7751
1825.	Жуматаев А.Т.	Заманауи қатпарлы конвейерлер	7754
1826.	Жумағали Ш.Н.	Инновационные подходы к управлению логистическими потоками на международном транспортном коридоре "Север-Юг"	7758
1827.	Жұмағалиева М.Б.	Логистический сервис в пассажирских перевозках: современные технологии и перспективы развития	7762
1828.	Камалов Р.А.	Перспективы и вызовы внедрения искусственного интеллекта в систему электронного документооборота в ТОО «КТЖ-Грузовые перевозки»	7765
1829.	Кенжехан Б.Е., Махмутов Т.Қ.	Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА с неподвижным крылом	7772
1830.	Касымбекова А.С.	Экологически-ориентированное управление логистикой автомобильных перевозок на примере Республики Казахстан	7776
1831.	Қанатбекова З.Қ.	Операциялық тиімділікті арттыру үшін кәсіпорындағы ішкі логистикалық процестерді оңтайландыру	7781
1832.	Кулбаракова Ж.А.	«Орал-Алматы» теміржолы бағытында жолаушыларды жедел тасымалдау қызметін ұйымдастыру	7785
1833.	Мазманов К.А.	Digit.ex – платформа по поиску онлайн специалистов	7790
1834.	Медведев В.В.	Анализ традиционных силовых агрегатов с гибридными и перспективы их развития	7794
1835.	Мусинова А.А.	Влияние технологии уполномоченного экономического оператора на транспортно-логистические процессы Казахстана	7798

1836.	Мухтар А.З.	Тұрақты логистиканың болашағы: жасыл технологиялар мен инновациялар	7802
1837.	Өміржан Д.С.	Международный транспортный коридор «Север-Юг»: перспективы и вызовы	7807
1838.	Пулатов М.М., Пулатова М.Ж.	Способы усиления пропускной и провозной способности железнодорожного участка Ангрэн – Пап	7812
1839.	Смагулова А.Е.	Преимущества и вызовы применения технологии Блокчейн в логистике	7815
1840.	Серикова Д.Б.	Көлік-логистика саласындағы цифрлық экожүйелерді қалыптастыру және дамыту. (Қазақстандық логистикалық кәсіпорындар мысалында)	7820
1841.	Солод А.И.	Повышение безопасности движения на основе применения кольцевых пересечений	7826
1842.	Темирханұлы Т.	Повышение качества транспортного обслуживания пассажиров	7829
1843.	Тохиров О.З., Рустамжонов Б.Э.	Определение количества приемо-отправочных путей железнодорожной грузовой станции «К» в условиях увеличения объемов перевозок	7833
1844.	Шаймардан Д.Т.	Қойма логистикасындағы заманауи ақпараттық технологиялар	7836
1845.	Шүрекен Д.А., Алтаев Н.С.	Цифрлық трансформация жағдайында логистикалық процестерді оңтайландыру	7839

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 13 ОБРАЗОВАНИЕ

#### ПОДСЕКЦИЯ 13.1 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ

1846.	<b>Abdushukurova Zh. F., Aripbek S. B.</b>	Is multilingualism making us more emotionally intelligent? A cognitive science perspective	7844
1847.	<b>Akhan A., Berdibay D.</b>	Six levels of thinking: applying bloom's taxonomy in education	7846
1848.	<b>Akim A.</b>	Digital tools in language learning:	7848

2. el.kz. Как осваивается возобновляемая энергетика в Казахстане. URL: [https://el.kz/ru/kak-osvaivaetsya-vozobnovlyaemaya-energetika-v-kazahstane\\_86672](https://el.kz/ru/kak-osvaivaetsya-vozobnovlyaemaya-energetika-v-kazahstane_86672) (дата обращения: 25.02.2025).
3. Renewable Energy Projects in Kazakhstan. RFC. URL: <https://rfc.kz/ru/press-center/news/163797/> (дата обращения: 02.02.2025).
4. Kursiv. «Зелёная» энергетика в Казахстане дешевле. URL: <https://kz.kursiv.media/2023-12-07/zhnb-windpowerisweakkz/> (дата обращения: 12.03.2025).
5. Global Solar Atlas. World Bank Group, 2024. URL: <https://globalsolaratlas.info> (дата обращения: 11.03.2025).

УДК 697.9

## ОБЗОР ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЛЬТРАЦИИ ПЫЛИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Жумагулова Данара Кайратовна

[danarazhumagulova01@gmail.com](mailto:danarazhumagulova01@gmail.com)

Магистрант 1 курса ОП «7М07117 – Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Жумагулов М.Г.

Введение. Большое количество пыли образуется во время различных процессов в таких отраслях, как тепловые электрические станции, сталелитейная, цементная, горнодобывающая и целлюлозно-бумажная промышленность. Особенно при концентрациях, превышающих нормы, вдыхаемая пыль связана с ростом пневмокониоза у рабочих и других респираторных заболеваний. При выбросе в атмосферу она является источником загрязнения воздуха. Кроме того, повышенные концентрации пыли могут стать причиной травм и даже смерти от взрывов [1, 2, 3]. Технология фильтрации сухой пыли, такая как рукавный или картриджный фильтр-уловитель, широко используется для контроля за уровнем промышленной пыли из-за её высокой эффективности, надежности и стабильности [4, 5, 6, 7]. Особенно в последние годы фильтрация пыли приобретает значимость как по количеству удаления пыли, так и по инвестициям в технологию.

Обзор исследований фильтрации. Эффективность фильтрации пыли тесно связана с характеристиками фильтрующей среды, типом и количеством частиц пыли, состоянием воздуха, структурой коллектора и т. д. [8, 9, 10, 11, 12]. При определенных рабочих условиях воздух может иметь высокую влажность, включая ситуации, когда используется распыление водяного тумана. Например, добыча угля часто имеет относительные значения влажности до 99%. Даже в этих условиях концентрация образующейся пыли может быть высокой (иногда достигает  $3000 \text{ мг/м}^3$ ) с большой изменчивостью распределения размеров; поэтому пыль сложно эффективно улавливать только одним методом [13, 14, 15]. Процесс требует комплексного подхода контроля за концентрацией пыли, который одновременно использует, например, водяной туман и фильтрацию сухого типа. Кроме того, в процессе захвата угля, водяной туман используется не только для непосредственного подавления пыли, но также для охлаждения электродвигателя и для гашения любой искры трения. Когда влажный воздух и водяной туман попадают в систему фильтрации сухого типа, это влияет на процесс фильтрации пыли.

Предыдущие исследования в основном были сосредоточены на влиянии влажности воздуха во время фильтрации пыли [16, 17, 18; 19, 20]. [16] изучали эффективность засорения летучей золой ткани с влажностью 10-70%. Он обнаружил, что падение давления фильтрации уменьшается с увеличением влажности воздуха, в то время как эффективность

сбора не имеет наблюдаемых изменений. В [19] провели экспериментальное исследование засорения частицами оксида алюминия высокоэффективных воздушных фильтров (HEPA) с относительной влажностью 1-100% и обнаружили уменьшение падения давления на слое частиц с увеличением влажности воздуха. В [17, 18] осуществили эксперимент и моделирование для исследования эволюции перепада давления плоских фильтров HEPA, собирающих частицы оксида алюминия при относительной влажности от 15% до 100%. Результаты показали, что фильтр, засоренный в условиях высокой влажности, имеет повышенное сопротивление фильтрации. Все эти исследования показали, что увеличение относительной влажности показывает сопутствующее увеличение сил сцепления частиц друг с другом, меньшую эффективность сжатия осажденных частиц и более открытую корку, что приводит к снижению перепада давления для заданного количества загрузки частиц.

Следует отметить, что влажность воздуха была ниже точки насыщения в вышеупомянутых исследованиях. В таких условиях мелкие капли в воздухе не коагулировались вместе, чтобы стать более крупными, и жидкие пленки не могли образовываться на поверхности частиц. В то время как в условиях распыления водяного тумана видимые капли могут быть захвачены в систему фильтрации пыли перед испарением. Скорость испарения уменьшается, когда влажность воздуха близка к насыщению. Таким образом, разница между размерами капель во влажных и туманных ситуациях влияет на производительность процесса фильтрации. Насколько нам известно, влияние водяного тумана на производительность фильтрации пыли не исследовалось в текущей литературе. Данное направление вполне может быть актуальным.

Для успешного последующего исследования было бы хорошо экспериментально оценить влияние различных факторов на пылеулавливание, а именно испытать перепад давления фильтрации запыленного воздуха и эффективность сбора в присутствии распыления водяного тумана, оценить степень, в которой эффективность фильтрации была затронута общим засорением пылью и процессами очистки, проанализировать (возможно при помощи программного моделирования) силы между частицами, засоряющими фильтр, и по итогу разработать возможную модель осаждения пыли на фильтре для последующего прогнозирования.

Расчетные уравнения оценки эффективности фильтрации воздуха

В литературе встречаются два метода оценки производительности фильтрации: отношение эффективности сбора к перепаду давления [16] и отношение логарифма эффективности сбора к перепаду давления [20, 21]. Однако оба метода применяются для процесса засорения пыли фильтрацией, не включая процесс очистки. Для характеристики фактической производительности фильтрации необходим фактор, который учитывает как засорение пыли, так и процессы очистки. Здесь определяется фактор качества ( $QF$ ) для комплексной производительности фильтрации, который представляет собой отрицательное отношение логарифма пропорции выброса пыли к рабочей мощности.

$$QF = \frac{-\ln\left(\frac{c_{вх}}{c_{вых}}\right)}{\Delta P \cdot Q + (P_0 - P_1) \cdot V_p \cdot \frac{n}{t}} \quad (1)$$

где  $c_{вх}$  и  $c_{вых}$  – средние концентрации пыли на входе и выходе, мг/м<sup>3</sup>;  $\Delta P$  – средний перепад давления на фильтрации, Па;  $Q$  – количество фильтруемого воздуха, м<sup>3</sup>/с;  $P_0$  и  $P_1$  – давление в резервуаре до и после импульсной струи, Па;  $V_p$  – объем резервуара, м<sup>3</sup>;  $t$  – продолжительность, с;  $n$  – количество очисток за время  $t$ .

Физическое значение  $QF$  – это эффективность пылеулавливания, полученная за единицу времени и единицу потребления энергии, с единицей измерения 1/Дж.  $QF$  удобен для количественной оценки производительности фильтрации во время одного или особенно нескольких циклов засорения-очистки. Увеличение значения  $QF$  указывает на лучшую производительность фильтрации.

## Возможности моделирования осаждения пыли на фильтре

Во время осаждения частиц пыли на фильтре, как только частица вступает в контакт с ранее осажденной частицей, она в основном подвергается силе сжатия, которая в основном включает силу потока  $F_w$ , силу инерции  $F_i$  и силу сопротивления осажденной частицы, которая в основном включает силу трения  $F_f$ , силу адгезии  $F_a$  и силу сцепления  $F_b$ . Сила адгезии  $F_a$  включает электростатическую силу, которую можно игнорировать при высокой влажности. Вклад гравитации считается незначительным для мелких частиц. Поперечное движение из-за рассеивающего эффекта частиц компенсируется с точки зрения статистики. Более подробный анализ сил представлен в [22], а взаимосвязь между основными силами показана на рис. 1.

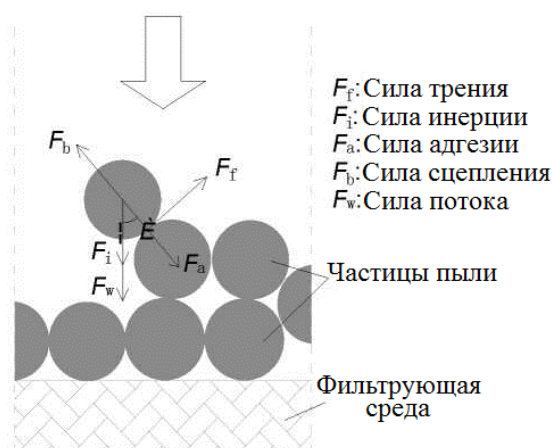


Рисунок 1 - Соотношение между основными силами, действующими на частицу в пылевой корке [23]

Для среды водяного тумана пар в воздушном потоке перенасыщен, и капли воды могут стать тонкими пленками из-за конденсации, равномерно покрывая поверхности частиц. Образование жидкого моста можно разделить на два этапа: во-первых, когда две частицы соприкасаются, пленка около точки контакта будет сливаться вместе, образуя область перекрытия. Во-вторых, для области зазора около перекрытия между частицами принадлежит капиллярному измерению, пленка, распределяющаяся на другой области поверхности частицы, будет притягиваться к области перекрытия из-за капиллярной конденсации. Таким образом, область перекрытия образуется как устойчивый жидкий мост [24]. Схематический вид жидкого моста показан на рис. 2.

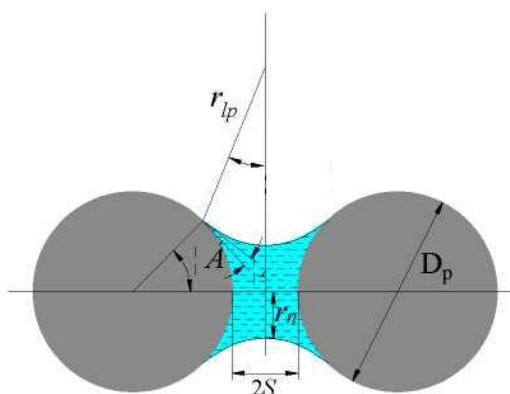


Рисунок 2 - Принципиальная схема жидкого мостика между одинаковыми сферическими частицами [23]

Силу жидкостного мостика  $F_{lq}$  между двумя частицами можно рассчитать по уравнению (2).

$$F_{lq} = \pi \cdot r_n^2 \cdot \sigma \cdot \left( \frac{1}{r_{lp}} - \frac{1}{r_n} \right) + 2\pi \cdot r_n \cdot \sigma \quad (2)$$

где,  $D_p$  - диаметр частицы (рис. 2),  $\sigma$  - поверхностное натяжение жидкости, а геометрические значения  $r_{lp}$  и  $r_n$  показаны на рис. 2. Жидкостный мостик станет более очевидным с большим количеством водяного тумана, что означает, что  $r_n$  увеличится, и, таким образом, сила жидкостного мостика  $F_{lq}$  увеличится. Более того, сила сцепления между частицами будет увеличиваться с увеличением жидкостного мостика.

Силу трения можно рассчитать по формуле  $F_f = \beta [F_a + (F_w + F_i) \cdot \cos \theta]$ , где  $\beta$  коэффициент трения частиц, значение которого обычно варьируется от 0 до 1, а  $\theta$  угол между линией, соединяющей центры двух контактирующих частиц, и вертикальной линией, со значением от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ . Силу сжатия можно разделить на нормальную и тангенциальную. Когда тангенциальная сила сжатия больше силы трения, частица будет скользить вниз, т. е. силы удовлетворяют следующему дискриминанту:

$$(F_w + F_i) \cdot \sin \theta > \beta \cdot [F_a + (F_w + F_i) \cdot \cos \theta] \quad (3)$$

В противном случае частица не будет двигаться.

При удовлетворении дискриминантного уравнения (3) диапазон значений  $\theta$  будет уже с увеличением силы сцепления  $F_a$  и/или коэффициента трения  $\beta$ , что предполагает, что в статистическом смысле меньше частиц могут соскользнуть вниз и, таким образом, сжимаемость пылевого слоя уменьшится. Диапазон значений  $\theta$  будет шире с увеличением силы сжатия  $(F_w + F_i)$ , в результате чего больше частиц будут соскальзывать вниз и сжимаемость пылевого слоя увеличится.

Сила потока определяется потоком воздуха, на который распыление водяного тумана практически не влияет. Содержание влаги в пыли увеличивается с увеличением водяного тумана, что приводит к росту плотности частиц, угла трения и силы поверхностного сцепления, а также к дальнейшему увеличению инерции, трения и сил сцепления. Когда водяной туман распыляется с относительно небольшой (умеренной) скоростью, можно предположить, что силы трения и сцепления увеличиваются больше, чем сила инерции, поскольку водяной туман действует на поверхность частиц более непосредственно и легко, чем на внутреннюю часть. Это означает, что сила сопротивления увеличится больше, чем сила сжатия, и, таким образом, частицы будут менее сжатыми, а пылевой осадок будет более открытым. Это явление проиллюстрировали в [18] на рис.3 с частицами пыли, упрощенными как сферы с одинаковым размером. Эту иллюстрацию морфологии осаждения.

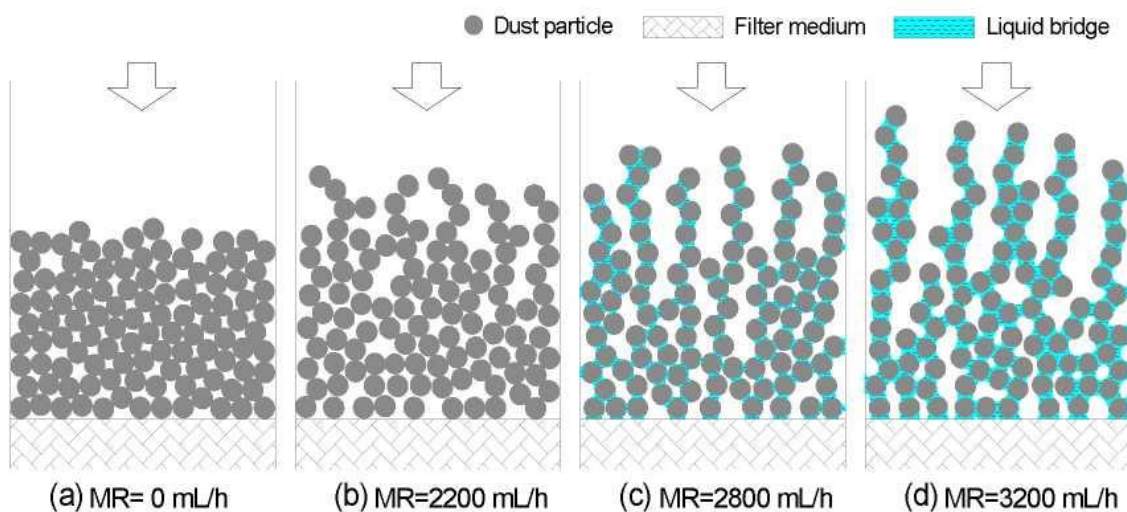


Рисунок 3 - Морфология осаждения кусков угольной пыли при распылении водяного тумана [18]

Когда скорость распыления превышает 2200 мл/ч (действует как критическая в этом слое), капли водяного тумана, которые не испаряются из-за нехватки времени или насыщения влажности воздуха, будут осаждаться на поверхности частиц пыли и образовывать жидкие мостики. Жидкие мостики можно разделить на три вида: *I* - жидкий мостик существует исключительно в точке контакта частиц; *II* - мостик существует в области вблизи точки контакта; *III* - мостик существует во всех порах между частицами [25]. Жидкий мостик по типу *I* почти не влияет на падение давления, в то время как в варианте *III* пылевой осадок блокируется, и фильтрация становится недействительной. Когда  $MR = 2800$  и  $3200$  мл/ч, жидкий мостик наиболее вероятен в случае *II*, а жидкий мостик более очевиден для  $MR = 3200$  мл/ч, как показано на рис. 3. При этих скоростях падение давления фильтрации, очевидно, увеличивается, поскольку большое количество поровых каналов пылевого осадка блокируется жидкостным мостиком.

**Вывод.** Подводя итог, можно сказать, что при умеренной скорости распыления водяной туман в основном приводит к более открытому пылевому пирогу, тем самым уменьшая падение давления фильтрации. При избыточной скорости распыления водяной туман создает мостики жидкости в пылевом пироге, блокирует каналы воздушного потока и тем самым увеличивает падение давления. Различные частицы должны соответствовать различным умеренным скоростям распыления из-за их физических параметров.

#### Список использованных источников

1. Nie W., Ma X., Cheng W. A novel spraying/negative-pressure secondary dust suppression device used in fully mechanized mining face: a case study // *Process safety and environmental protection* – 103. – 2016. – P. 126-135.
2. Yuan Z., Khakzad N., Khan F. Dust explosions: a threat to the process industries. // *Process safety and environmental protection* - 98. 2015. - P. 57-71.
3. Li J., Zhou F., Liu H. The selection and application of a compound wetting agent to the coal seam water infusion for dust control. // *International Journal of Coal Preparation and Utilization*. - 36. - 2015. - P. 192-206.
4. Andersen B. O., Nielsen N. F., Walther J. H. Numerical and experimental study of pulse-jet cleaning in fabric filters. // *Powder Technology*. - 291. – 2016. - P. 284-298.
5. Wang Q., Lin X., Chen D. Effect of dust loading rate on the loading characteristics of high efficiency filter media. // *Powder Technology*. - 287. – 2016. - P. 20-28.
6. Qian Y., Bi Y., Zhang M. Effect of filtration operation and surface treatment on pulse-jet cleaning performance of filter bags. // *Powder Technology*. - 277. - 2015. - P. 82-88.
7. Liu Z., Ji Z., Wu X. Experimental investigation on liquid distribution of filter cartridge during gas-liquid filtration. // *Separation and Purification Technology*. - 170. – 2016. - P. 146-154.
8. Mukhopadhyay A., Dhawan K. An L9 orthogonal design methodology to study the impact of operating parameters on particulate emission and related characteristics during pulse-jet filtration process. // *Powder Technology*. - 195. - 2009. - P. 128-134.
9. Lee J., Kim S., Liu B. Y. Effect of bi-modal aerosol mass loading on the pressure drop for gas cleaning industrial filters. // *Aerosol Science and Technology*. - 35. - 2001. - P. 805-814.
10. Simon X., Chazelet S., Thomas D. Experimental study of pulse-jet cleaning of bag filters supported by rigid rings. // *Powder Technology*. 172. – 2007. - P. 67-81.
11. Simon X., Bemer D., Chazelet S. Downstream particle puffs emitted during pulse-jet cleaning of a baghouse wood dust collector: influence of operating conditions and filter surface treatment. // *Powder Technology*. 261. - 2014. - P. 61-70.
12. Qian Y., Bi Y., Zhang Q. The optimized relationship between jet distance and nozzle diameter of a pulse-jet cartridge filter. // *Powder Technology*. 266. – 2014. - P. 191-195.
13. Xi Z., Jiang M., Yang J. Experimental study on advantages of foam-sol in coal dust control. // *Process Safety and Environmental Protection*. - 92. - 2014. - P. 637-644.
14. Wang H., Wang D., Tang Y. Foaming agent self-suction properties of a jet-type foam preparation device used in mine dust suppression. // *Process Safety and Environmental*

- Protection. - 98. - 2015. - P. 231-238.
15. Fabiano B., Curro F., Reverberi A.P. Coal dust emissions: from environmental control to risk minimization by underground transport. An applicative case-study. // Process Safety and Environmental Protection. - 92. - 2014. - P. 150-159.
  16. Park O.H., Yoo G.J., Seung B.J. A lab-scale study on the humidity conditioning of flue gas for improving fabric filter performance. // Korean Journal of Chemical Engineering. - 24. - 2007. - P. 717-722.
  17. Joubert A., Laborde J.C., Bouilloux L. Influence of humidity on clogging of flat and pleated HEPA filters. // Aerosol Science and Technology. - 44. - 2010. - P. 1065-1076.
  18. Joubert A., Laborde J.C., Bouilloux L. Modelling the pressure drop across HEPA filters during cake filtration in the presence of humidity. // Chemical Engineering Journal. - 166. - 2011. - P. 616-623.
  19. Gupta A., Novick V.J., Biswas P. Effect of humidity and particle hygroscopicity on the mass loading capacity of high efficiency particulate air (HEPA) filters. // Aerosol Science and Technology. - 19. - 1993. - P. 94-107.
  20. Hajra M.G., Mehta K., Chase G.G. Effects of humidity, temperature, and nanofibers on drop coalescence in glass fiber media. // Separation and Purification Technology. - 30. - 2003. - P. 79-88.
  21. Brown R.C. Air Filtration: An Integrated Approach to the Theory and Applications of Fibrous Filters. – Oxford: Pergamon, 1993
  22. Li J., Li S., Zhou F. Effect of moisture content in coal dust on filtration and cleaning performance of filters. // Physicochemical Problems of Mineral Processing. - 52. - 2015. - P. 365-379.
  23. Jianlong Li, Fubao Zhou, Shihang Li. Process Safety and Environmental Protection. Experimental study on the dust filtration performance with participation of water mist // Process Safety and Environmental Protection. - V. 109, 2017. - P. 357-364
  24. Sun Q., Wang G. Introduction to Mechanics of Particulate Matter. – Beijing: Science Press, 2009
  25. Xie H., Liu Z. Powder Force and Engineering. – Beijing: Chemical Industry Press, 2007.

УДК 691.175

## **ҒИМАРАТТАРДЫ ЖЫЛУ ИЗОЛЯЦИЯЛАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ – ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ СТРАТЕГИЯСЫ**

**Жұманазар Нұртуған Дәуірұлы**

[Zhumanazar\\_nd@enu.kz](mailto:Zhumanazar_nd@enu.kz)

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ «7М07117 – Жылуэнергетика» білім беру бағдарламасының  
1 курс магистранты, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – Г.Ә. Әкімбек

Аңдатпа. Бұл мақалада ғимараттардың жылу оқшаулауын энергия үнемдеудің тиімді тәсілі ретінде қарастырылады. Органикалық, бейорганикалық, біріктірілген және заманауи технологиялық шешімдер, соның ішінде вакуумдық оқшаулау панельдері, аэрогельдер және фазалық ауысу материалдары сияқты әртүрлі оқшаулау материалдары талданады. Олардың жылулық және механикалық қасиеттері, экономикалық тиімділігі мен қоршаған ортаға әсері қарастырылады. Жылу оқшаулаудың энергия тұтыну мен парниктік газдар шығарындыларын айтарлықтай төмендету әлеуетін растайтын зерттеу нәтижелері ұсынылған. Сондай-ақ өмірлік цикл шығындарын ескере отырып, оқшаулау қалыңдығының оңтайлы мөлшерін анықтау әдістері қарастырылады. Жаңа оқшаулау технологияларының