

**НОРМАТИВНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**  
REGULATORY AND INFORMATION SUPPORT FOR DESIGN AND OPERATION  
OF ASPIRATION SYSTEMS IN WOODWORKING

**Трофимов С.П.**, кандидат технических наук, **Trofimov S.P.**, Candidate of Technical Sciences, доцент УО «Белорусский государственный технологический университет», Беларусь, Минск  
Associate Professor of UO «Belarusian State Technological University», Belarus, Minsk

**Аннотация.** В докладе отражены результаты анализа состояния технического нормирования процессов проектирования и эксплуатации систем аспирации в деревообработке, наличие проблем обеспечения их функциональной, энергетической эффективности и безопасности, практики подготовки технического персонала и инженерных кадров. Приведены сведения о направлении исследований свойств измельченной древесины, работы оборудования, разработке технических нормативных правовых актов Республики Беларусь, реализации результатов в учебном процессе. Используются национальные, зарубежные нормативно-технические документы и источники информации, материалы конференций, проводившихся за рубежом.

**Summary.** The report reflects the results of the analysis of the state of technical regulation of the design and operation of aspiration systems in woodworking, the presence of problems in ensuring their functional, energy efficiency and safety, the practice of training technical personnel and engineering personnel. The information on the direction of research of the properties of crushed wood, the operation of equipment, the development of technical regulatory legal acts of the Republic of Belarus, the implementation of the results in the educational process. National, foreign regulatory and technical documents and sources of information, materials of conferences held abroad were used.

**Ключевые слова:** системы аспирации, деревообработка, измельченная древесина, техническое нормирование, проектирование, подготовка кадров, эффективность, безопасность

**Keywords:** aspiration systems, woodworking, chippedwood, technical standards, design, personnel training, efficiency, safety

Системы аспирации (СА) в деревообработке совмещают функции удаления измельченной древесины (ИД) от мест ее образования в виде отходов, вытяжной вентиляции, обеспыливания рабочей зоны и производственных помещений.

Основные преимущества СА: автоматизация удаления измельченных отходов от режущих головок; простота конструкции и компактность элементов, позволяющая располагать их в стесненных условиях; возможность перемещения материала в любых направлениях в пространстве; небольшие затраты на установку, ремонт и обслуживание; улучшение

санитарно-гигиенических условий труда; наличие средств автоматизации управления и регулирования.

К проблемным характеристикам СА относятся высокие энергозатраты на привод вентиляторов и теплопотери в отопительный период, значительное влияние на состояние рабочей зоны, условия работы оборудования, взрывопожарную и экологическую безопасность производств.

Централизованные цеховые СА обычно требуют индивидуального проектирования с учетом условий функционирования конкретных производственных участков, обслуживаемого оборудования и характеристик обрабатываемых материалов. Указанные обстоятельства обуславливают актуальность рассмотрения вопросов совершенствования СА и их элементов, пополнения сведений о свойствах ИД и улучшения процесса подготовки специалистов.

Задачи обеспечения технологической и энергетической эффективности, взрывопожарной, экологической безопасности производств первоначально решаются при проектировании предприятий и технических систем, конструировании, изготовлении, выборе элементов комплектации СА и материалов для них, а затем реализации проекта в процессе монтажа, пусконаладки, контроля состояния, регулирования и эксплуатации оборудования. Факты неэффективной работы установок и чрезвычайных происшествий на предприятиях, обуславливают актуальность совершенствования нормативной базы и принимаемых проектных решений.

Нормативно-технические документы на проектирование СА в деревообработке появились в СССР еще до войны, например Контора типового проектирования и технических исследований «Промстройпроект» в 1940 г. Разработала технические указания и таблицы для расчета установок.

В послевоенный период нормативная и справочная база пополнялась и совершенствовалась под эгидой ранее существовавших государственных головных проектных институтов «Гипродрев» (указания по проектированию и расчету цеховых стружкоотсасывающих установок, справочные материалы и чертежи типовых узлов, 1970–1979 годы.) и «Гипродревпром» (аспирационные характеристики деревообрабатывающего оборудования, таблицы, графики расчета, типовые узлы и нормали СА, 1971–1983 годы.

Техническое нормирование рабочих параметров СА является одним из основополагающих принципов проектирования, эффективной, безопасной эксплуатации и контроля функционирования. Оно базируется на результатах обобщения практического опыта, происшествий и работ, поводившихся в отраслевых научно-исследовательских и проектных институтах СССР. Примеры чрезвычайных происшествий при эксплуатации СА:

10.03.1972 г. – на Минском заводе радиотелефуляров произошел взрыв СА и обрушение строительных конструкций цеха. Это была крупнейшая техногенная авария на территории Беларуси в результате которой погибло, с учетом умерших в больнице, более 100 человек. ПДК пыли, при шлифовке и отделке изделий полиэфирным лаком, проектировщики оценили в  $65 \text{ г/м}^3$ , но оказалось, что для взрыва было достаточно 5, при этом пылесборники находились в подвале цеха (неприемлемое решение). Помещениям была присвоена не взрыво-, а пожароопасная категория В.

25.10.2010 г. – взрыв СА в цехе завода «Пинскдрев-ДСП», официальная версия – «взрыв отложений древесной пыли в результате нарушения режима эксплуатации

оборудования по производству древесно-топливных гранул». Обрушились плиты покрытия и стены. Погибло 14 человек (2 – под завалами и 12 в больницах, ожоги до 60% тела).

25.09.2018 г. – взрыв СА отделения отделки деталей мебели нитролаками цеха ОАО «Могилевдрев». Пострадали и получили ожоги 6 чел., одна работница позже скончалась. Причины происшедшего: плохая организация взаимодействия лиц и организаций, принимавших решения – проектировщиков и служб пожарно-технического надзора; отклонения от проекта в процессе эксплуатации (подключение трех камер окраски к централизованной СА) и переход на использование взрывоопасных лаков взамен материалов на водной основе) с занижением категории помещения до В3 вместо А при отсутствии тамбуров со смежными помещениями деревообработки; т.е. несоответствие условиям ранее принятым в проекте и нарушения требований ТНПА при проведении работ; специальность по окончании учебных заведений и уровень квалификации персонала не соответствовали месту работы.

После расследования очередного крупного происшествия и установления причин взрыва СА «Пинскдрев-ДСП» в 2011 г. Было принято решение о немедленной разработке соответствующего ТНПА Республики Беларусь на проектирование такого рода объектов ввиду отсутствия действующего нормативного документа. К работе над техническим кодексом установившейся практики (ТКП) были привлечены специалисты университетов Беларуси (государственного технологического, национального технического и гражданской обороны МЧС) и России (СПбГЛТУ), производства и РУП Стройтехнорм», на завершающей стадии».

Разработанный ТКП 510–2014 [1, 2] устанавливает нормы проектирования СА и включает разделы: нормативные ссылки; термины и определения; характеристики производств; свойства ИД; общие положения (состав проекта, исходные данные, рекомендуемые схемы); элементы СА (аспирационные приемники, напольные отсосы, воздухопроводы, отводы, тройники и крестовины, коллекторы, элементы изменения сечения воздухопроводов и управления параметрами потока, уловители крупных и инородных частиц, лючки); аэродинамический расчет СА; установки вентиляторные и очистки отработавшего воздуха (фильтры, циклоны); размещение оборудования; обеспечение функциональной и энергетической эффективности, взрывопожарной и экологической безопасности СА (шум и вибрация; наладка оборудования).

Приложения ТКП содержат: характеристики пожаро- взрывоопасности древесной пыли (минимальная температура воспламенения; нижний концентрационный предел воспламенения измельченных древесных материалов; минимальная энергия воспламенения; плотность ИД в зависимости от условий хранения); поправочные коэффициенты характеристик пылевых вентиляторов; коэффициенты местного сопротивления подводящих, отводящих каналов вентиляторных установок и относительного снижения КПД пылевых вентиляторов. Приведена библиография.

Теория пневмотранспорта ИД, методика расчета и проектирования СА приведены в доступной отечественной и зарубежной технической литературе, например [3, 4], поэтому в докладе они не рассматриваются. При решении вопросов охраны труда, обеспечении взрывопожарной и экологической безопасности деревообрабатывающих производств используются различные отраслевые и межотраслевые ТНПА, правила, санитарные нормы правила, гигиенические нормативы, литературные источники [5] и другие материалы.

Введение разработанного ТКП способствует повышению технического уровня проектирования, улучшению контроля состояния существующих СА и разработке мероприятий по их модернизации. Рисунок 1 иллюстрирует вариант безопасного размещения вентиляторов, фильтров аспирации и системы последующего пневмотранспорта ИД на кровле цеха, что допускается нормативным документом в определенных условиях.



**Рисунок 1.** Безопасный вариант размещения вентиляторов и фильтров СА на кровле цеха

Информация о разработанном ТКП является актуальной в условиях расширения сотрудничества Республики Беларусь с зарубежными странами и поставки импортного оборудования. Применения технических норм должно сопровождаться проведением дополнительных исследований, гармонизацией ТНПА и надлежащей подготовкой специалистов в области проектирования и эксплуатации СА.

За рубежом также разрабатываются нормативно-технические документы, связанные с проектированием и обеспечением безопасности их эксплуатации СА, к примеру: в ФРГ – действует стандарт DINEN 12779 [6] и директива АТЕХ на разработку, испытание и применения оборудования во взрывоопасных средах, профессиональным объединением ВГНМ осуществляется выпуск информационных материалов DGUV по охране труда в процессах с присутствием ИД [7]; в США принят стандарт NFPA 664 [8]. В последнее время у нас расширяется применение импортируемых систем автоматического пожаротушения.

В процессе разработки ТКП 510 и в последующий период были проведены исследования [9, 10], связанные определением свойств подвижности основных видов ИД с определением показателей, характеризующих ее: угол естественного откоса в спокойном состоянии и в процессе динамических воздействий встряхивания; угол начала скольжения слоя на наклонной плоскости гравитационного спуска; скорость воздушного потока достаточная для подъема слоя материала, осевшего в горизонтальном воздуховоде. Полученные данные могут быть учтены при проектировании СА, установок пневмотранспорта, конструировании оборудования в их составе (например, ловителей материала, установок очистки отработавшего воздуха, бункеров-накопителей).

Ввиду недостаточности системных сведений о свойствах ИД были проведены опытные работы по определению характеристик основных ее видов (стружка фрезерования, опилки, шлифовальная пыль и дробленка). Партии материалов были получены с предприятий. В ходе исследований определялись влажность, фракционный состав, некоторые характеристики сыпучих материалов необходимых для решения вопросов аспирации, перемещения и накопления.

В таблице 1 приведена выборка результатов опытных работ по определению угла откоса в спокойном состоянии, минимального угла наклона опорной поверхности гравитационного спуска, обеспечивающего скольжение слоя нескольких видов ИД и минимальной скорости воздуха, достаточной для подъема слоя и уноса материалов, осевших в горизонтальном трубопроводе.

**Таблица 1.** Результаты экспериментального определения подвижности ИД

Вид и источник ИД	Угол откоса ИД, град.	Средние значения начала движения слоя ИД	
		Угол наклона плоскости скольжения, град	Скорость воздушного потока, м/с
Стружка фрезерования массива сосны	49,0	38,2	15,2
Стружка фрезерования массива бука	41,6	38,0	8,7
Опилки пиления массива, сосна	46,6	38,3	10,2
Опилки пиления массива, дуб	43,6	34,3	10,5
Пыль шлифования массива, дуб	–	43,1	9,6
Пыль шлифования фанеры, береза	33,3	42,5	3,5
Пыль шлифования, МДФ	33,8	45,3	12,0
Дробленка – смесь отходов, дуб	–	31,3	12,2

Исследования ИД должны быть продолжены в целях получения данных для использования при решении практических задач транспортирования ИД.

Проектирование и эксплуатация СА требует соответствующей подготовки кадров. Актуальным является создание в учебных заведениях специализированных лабораторий для осуществления образовательного процесса и научных исследований, восстановление в учебных планах курсовых проектов с решением задач аспирации и пневмотранспорта в деревообработке. Примером являются некоторые университеты прикладных наук Польши и Германии. Необходимо наладить координацию и взаимодействие отраслевых университетов на территории нашего Союзного государства.

### Список литературы

1. ТКП 510–2014. Системы пневмотранспорта и аспирации в деревообрабатывающем производстве, включая производство древесных топливных гранул (пеллет) и древесных брикетов. Нормы проектирования. – Минск: концерн «Беллесбумпром», 2014 – 78 с.
2. Трофимов, С.П. Нормы проектирования систем аспирации и пневмотранспорта в деревообрабатывающем производстве / С.П.Трофимов. – X Международный евразийский симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» 22–25.09.15 г. Екатеринбург. – с. 180–184.
3. Воскресенский, В.Е. Системы пневмотранспорта, пылеулавливания и вентиляции на деревообрабатывающих предприятиях. Теория и практика. Т.1. Аспирационные и транспортные пневмосистемы / В.Е. Воскресенский. – СПб.: Политехника, 2008. – 430 с.
4. Trofimov, S. The principles of design and analysis of exhaust and pneumatic transport systems of chipped wood / S. Trofimov , T Rogoziński/ – Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology. No 98, 2017. – p. 137–142.

5. Назаренко, Е.С. Пожарная безопасность деревообрабатывающих предприятий / Е.С. Назаренко, В.А. Казанцев. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 272 с.
6. DIN EN 12779:2016-03. Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen – Ortsfeste Absauganlagen für Holzstaub und Späne – Sicherheitstechnische Anforderungen; Deutsche Fassung EN 12779:2015. – 64 S.
7. BGHM. DGUV Information 2-9-044 Februar 2019. Holzstaub. – Berlin: DGUV – 47 S.
8. NFPA 664. Standard for the Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities 2007 Edition. – 75 p.
9. Trofimov, S. Determination of variability the slope angle of the chipped wood / S.Trofimov, T.Rogozinski. – 11-th International Science Conference «Chip and chipless woodworking processes». – Technical University in Zvolen TUZVO 12–15 september 2018, – Scientific journal. – p.177–182.
10. Rogozinski, T. Principles of pulse-jet filters use in the woodworking industry / T.Rogozinski, S.Trofimov // 4<sup>th</sup> International conference on wood composites modification and machining. Warsaw University of Life Sciences (SGGW). – September 4-6., 2019, Zakopane – Kiry. – p. 98–101.

### References

1. ТКР 510–2014. Системы пневмотранспорта и aspiratsii v derevoobrabatyvayushchem proizvodstve, vklyuchaya proizvodstvo drevesnykh toplivnykh granul (pellet) i drevesnykh briketov. Normy proyektirovaniya. – Minsk: kontsern «Bellesbumprom», 2014 – 78 s.
2. Trofimov, S.P. Normy proyektirovaniya sistem aspiratsii i pnevmotransporta v derevoobrabatyvayushchem proizvodstve / S.P.Trofimov. – X Mezhdunarodnyy yevraziyskiy simpozium «Derevoobrabotka: tekhnologii, oborudovaniye, menedzhment XXI veka» 22–25.09.15 g. Yekaterinburg. – s. 180–184.
3. Voskresenskiy, V.E. Sistemy pnevmotransporta, pileulavlivaniya i ventilyatsii na derevoobrabatyvayushchikh predpriyatiyakh. Teoriya i praktika. T.1. Aspiratsionnyye i transportnyye pnevmosistemy / V.E. Voskresenskiy. – SPb.: Politehnika, 2008. – 430 s.
4. Trofimov, S. The principles of design and analysis of exhaust and pneumatic transport systems of chipped wood / S. Trofimov , T Rogozinski/ – Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology. No 98, 2017. – p. 137–142.
5. Nazarenko, E.S. Pozharnaya bezopasnost' derevoobrabatyvayushchikh predpriyatiy / E.S. Nazarenko, V.A. Kazantsev. – М.: Lesnaya promyshlennost', 1990. – 272 s.
6. DIN EN 12779:2016-03. Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen – Ortsfeste Absauganlagen für Holzstaub und Späne – Sicherheitstechnische Anforderungen; Deutsche Fassung EN 12779:2015. – 64 S.
7. BGHM. DGUV Information 2-9-044 Februar 2019. Holzstaub. – Berlin: DGUV – 47 S.
8. NFPA 664. Standard for the Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities 2007 Edition. – 75 p.
9. Trofimov, S. Determination of variability the slope angle of the chipped wood / S.Trofimov, T.Rogozinski. – 11-th International Science Conference «Chip and chipless woodworking processes». – Technical University in Zvolen TUZVO 12–15 september 2018, – Scientific journal. – p.177–182.

10. Rogoziński, T. Principles of pulse-jet filters use in the woodworking industry / T.Rogoziński, S.Trofimov // 4<sup>th</sup> International conference on wood composites modification and machining. Warsaw University of Life Sciences (SGGW). – September 4-6., 2019, Zakopane – Kiry. – p. 98–101.