Всероссийская научно-практическая конференция
«Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика»

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 Сергей Петрович,
кандидат технических наук, доцент,
Белорусский государственный технологический университет, www.belstu.by, Минск

tsp46@mail.ru, тел. +375 29 6545348

ВГЛТУ им. Г.Ф.Морозова
Воронеж 17-18 июня 2021

Системы аспирации (СА) в деревообработке совмещают функции:

- удаления измельченной древесины (ИД) от мест ее образования , перемещения ее к местам их переработки, накопления и отгрузки;
- 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.

Проблемные характеристики СА:

- высокие энергозатраты на привод вентиляторов и теплопотери в отопительный период;
- значительное влияние на состояние рабочей зоны, условия работы оборудования, инструмента, взрывопожарную и экологическую безопасность производств.

Централизованные СА преобладают на предприятиях. Они обычно **требуют индивидуального проектирования, учитывая:**

- состав, вид и режим работы обслуживаемого оборудования;
- характеристики ИД и удаляемых летучих материалов;
- категорию взрыво-, пожароопасности помещений и зон;
- условия конкретных производств, иногда с проведением оптимизации или вариантных расчетно-аналитических работ - рис. 1.

Рис. 1. Централизованная СА мебельного цеха ИП «Mobeline», Могилев: вид в помещении и наземная установка фильтра вне цеха

Автономные СА (фильтры-стружкоотсосы, рис. 2**)** с накопителями материала используются для обслуживания отдельных станков или небольших групп оборудования. Преимуществом их является возврат очищенного воздуха в помещение. Однако, они требуют последующего перемещения ИД из цеха вручную после пересыпки отходов на другие виды транспорта.

При выборе этих устройств учитывается только потребная производительность по воздуху и класс безопасности исполнения. Для них **аэродинамический расчет, определение потерь давления и мощности привода вентилятора не производятся,** что может приводить к различным проблемам при их эксплуатации.

Рис. 2. Пример установки фильтров-стружкоотсосов в цеху

НОРМАТИВНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ

Задачи обеспечения функциональной и энергетической эффективности, взрывопожарной, экологической безопасности производств, включая СА, изначально решаются при проектировании, изготовлении, выборе элементов комплектации, а также в процессе монтажа, пуско-наладки, контроля состояния, регулирования и эксплуатации этих систем.

Указанные характеристики СА, факты неэффективной работы и даже чрезвычайных происшествий на предприятиях (рис. 3, 4) **требуют совершенствования комплектующего оборудования и проектных решений, нормативно-технического и информационного обеспечения а также процесса соответствующей подготовки кадров.** Они базируются на результатах практического опыта и результатов НИР.

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 эксгаустерных установок.

В послевоенный период нормативная и справочная база пополнялась и совершенствовалась под эгидой ранее существовавших государственных головных проектных институтов, например:

«Гипродрев» (1970-1979 годы.) – указания по проектированию и расчету цеховых стружкоотсасывающих установок, справочные материалы и чертежи типовых узлов;

«Гипродревпром» (1971–1983 годы) – аспирационные характеристики деревообрабатывающего оборудования, таблицы, графики расчета, типовые узлы и нормали СА.

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, проводившихся в отраслевых научно-исследовательских и проектных институтах СССР.

Примеры чрезвычайных происшествия при эксплуатации СА:

10.03.1972 г. – на Минском заводе радиотелефутляров 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 г/м^3, но оказалось, что для взрыва достаточно 5.

Пылесборники и воздуховоды находились в подвале цеха (что неприемлемо). Помещениям была присвоена не взрыво-, а пожароопасная категория В.

Рис. 3. Фрагмент территории завода радиотелефутляров после взрыва

Пострадавших долго извлекали из под обломков строительных конструкций и льда

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».

Рис. 4. Последствия взрыва в Пинске

Обрушились плиты покрытия и стены. Погибло 14 человек (2 – под завалами и 12 в больницах, ожоги до 60% тела).

10.12.2016 г. **на «ФанДОКе» в Бобруйске произошел взрыв**, в результате из строя вышло технологическое оборудование цеха ДСтП, разрушена часть стены площадью 24 м^2, выбиты окна.

Рис.5. Последствия взрыва, ФанДОК

25.09.2018 г. – взрыв СА в отделении отделки деталей мебельного цеха ОАО «Могилевдрев»

Пострадали и получили ожоги 6 чел., одна работница позже скончалась.

Причины: плохое взаимодействие 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 В3 вместо А, отсутствие тамбуров со смежными помещениями; отсутствие надлежащей квалификации персонала.

Рис. 6. Последствия взрыва внутри и вне цеха

После расследования причин взрыва СА «Пинскдрев-ДСП» было принято решение о разработке технического кодекса установившейся практики (ТКП) с привлечением специалистов университетов Беларуси (государственного технологического, национального технического, гражданской обороны МЧС), СПбГЛТУ, производства и РУП «Стройтехнорм».

ТКП 510-2014 «Системы пневмотранспорта и аспирации в деревообрабатывающем производстве, включая производство древесных топливных гранул (пеллет) и древесных брикетов. Нормы проектирования», который **содержит разделы:**

- нормативные ссылки; термины определения;
- характеристики производств;
- свойства измельченной древесины;
- положения проектирования, элементы, аэродинамический расчет СА;
- установки вентиляторные и для очистки отработавшего воздуха;
- размещение оборудования;
- обеспечение функциональной и энергетической эффективности;
- обеспечение взрывной, пожарной и экологической безопасности.

СИСТЕМЫ ПНЕВМОТРАНСПОРТА И АСПИРАЦИИ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ, ВКЛЮЧАЯ ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНЫХ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ (ПЕЛЛЕТ) И ДРЕВЕСНЫХ БРИКЕТОВ.

Нормы проектирования»

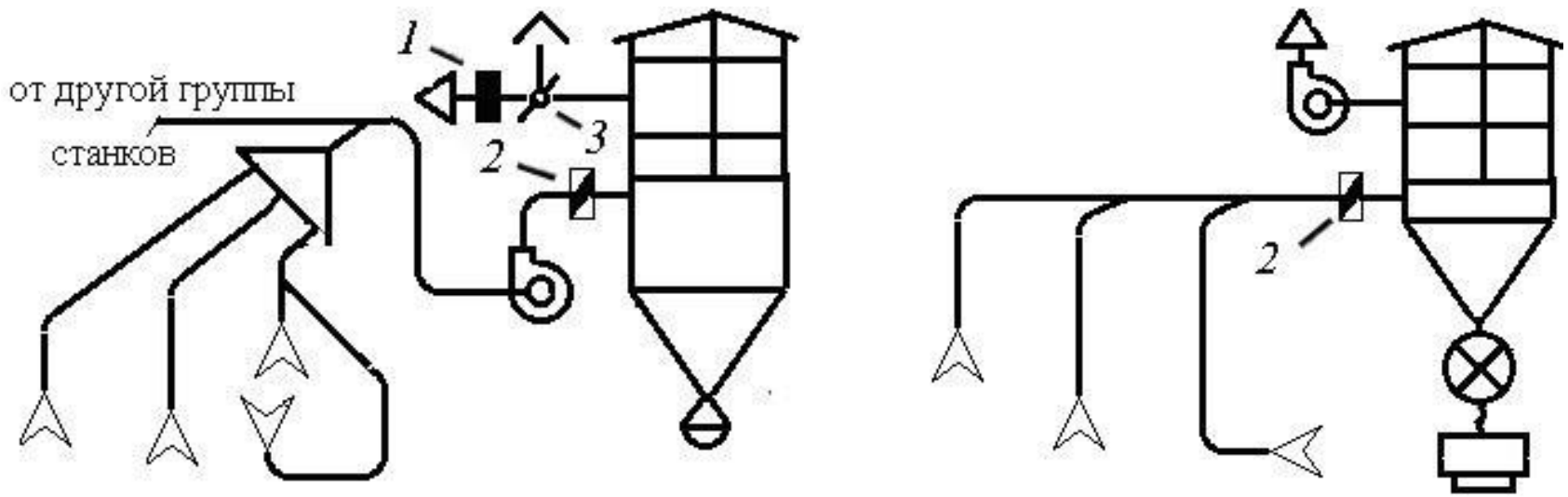
СІСТЭМЫ ПНЕЎМАТРАНСПАРТУ І АСПІРАЦЫІ У ДРЭВААПРАЦОЎЧАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ, УКЛЮЧАЮЧЫ ВЫТВОРЧАСЦЬ ДРАЎНЯНЫХ ПАЛІЎНЫХ ГРАНУЛ (ПЕЛЕТАЎ) І ДРАЎНЯНЫХ БРЫКЕТАЎ

Нормы праектавання

Издание официальное

Концерн «Беллесбумпром»
Минск 2014

В ТКП представлены рекомендуемые схемы построения САП, например *рис. 7*



Приложения ТКП содержат:

- характеристики пожаро- и 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.

Приложения ТКП содержат:

- характеристики пожаро- и 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.

Теория пневмотранспорта ИД, методика расчета и проектирования СА приведены в доступной отечественной и зарубежной технической литературе. При решении вопросов охраны труда, обеспечении взрывопожарной и экологической безопасности деревообрабатывающих производств используются различные отраслевые и межотраслевые ТНПА, правила, санитарные нормы правила, гигиенические нормативы.

Введение разработанного ТКП способствует повышению уровня проектирования, улучшению контроля состояния существующих СА и разработке мероприятий по их модернизации.

Безопасное размещение вентиляторов и фильтров СА на кровле цеха с системой последующего пневмотранспорта ИД, допускается ТКП, в определенных условиях, иллюстрируется рис.8.

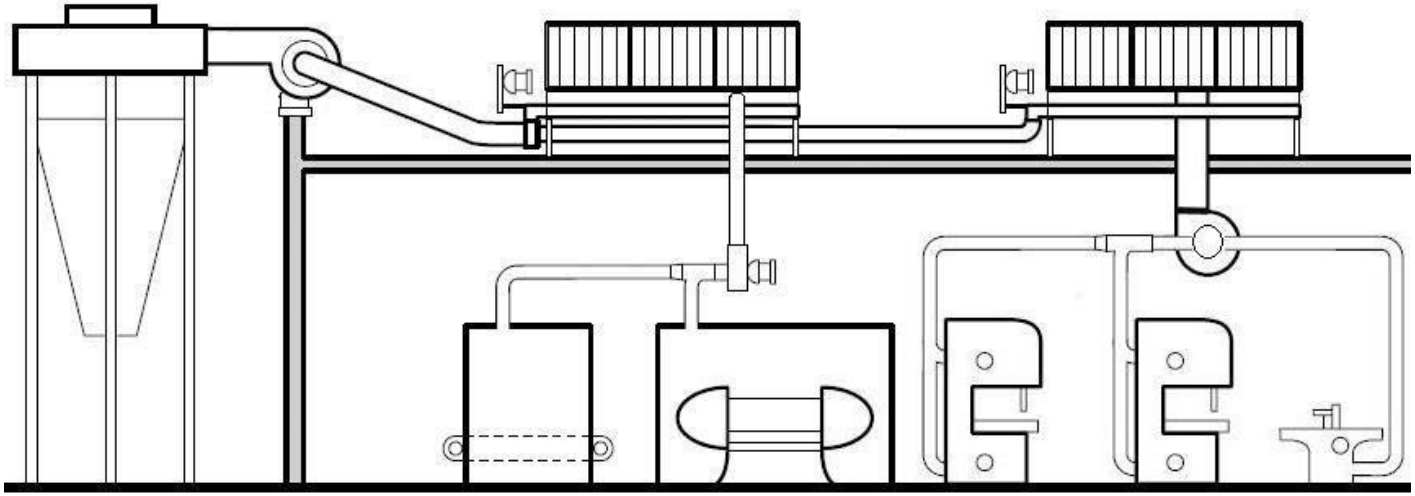


Рис. 8. СА с установкой фильтров и вентиляторов на крыше (примеры)

За рубежом действуют свои системы технического нормирования взрывопожарной безопасности СА и применяемого оборудования.

Например, при проектировании и выборе оборудования СА в ЕС руководствуются директивами ATEX, стандартами на применение устройств газоочистки, накопления груза, схем возврата очищенного воздуха в помещение, взрывобезопасных мембран, систем выявления искр и автоматического пожаротушения **:**

DIN EN 12779:2004+A1:2009. Sicherheit von Holzbearbeitungs-maschinen – Absauganlagen für Holzstaub und Späne – Sicherheitstechnische Anforderungen und Leistungen;. Beuth-Verlag, Berlin, 2009.

EN 14491:2012 Dust explosion venting protective systems. – CEN/TC 305, 2012. Directive 94/9/EC of the European Parlament and the Council of 23 March 1994 (Consleg: 1994L0009–20/11/2003). Equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres, 1994.

Directive 99/92/EC Atex 137 of the European Parliament and of the council of 16 December 1999. Minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres, 1999.

Пример нормативного документа США

NFPA 664: Standard for the prevention of fires and explosions in wood processing and woodworking facilities/ 2012 Edition. – Quincy: NFPA, 2012.

В процессе разработки ТКП 510 и в последующий период были проведены исследования, связанные определением свойств подвижности основных видов ИД и 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.

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.

Полученные данные могут быть учтены при проектировании СА и конструировании оборудования в их составе (например, уловителей материала, установок очистки отработавшего воздуха, бункеров-накопителей).

В табл. 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.

Табл. 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

Проектирование и эксплуатация СА требует продолжения исследований и соответствующей подготовки кадров.

Оценка компетенций инженерных кадров многих предприятий и даже проектных организаций Беларуси позволяет сделать выводы о дефиците специалистов и необходимости активизации деятельности учебных заведений в решении этого вопроса

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, Германии и Швейцарии.

Необходимо наладить координацию и взаимодействие отраслевых университетов на территории нашего Союзного государства.

Трофимов Сергей Петрович
доцент кафедры технологии и дизайна изделий из древесины
БГТУ, г. Минск
тел. +375 29 6545348, tsp46@mail.ru

Спасибо за внимание