

УДК 351.78:674

В. В. Перетрухин, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);
Г. А. Чернушевич, старший преподаватель (БГТУ)

ПУТИ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ТРАВМАТИЗМА И УМЕНЬШЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Приведены данные об анализе влияния условий работы на уровень профессиональных заболеваний и производственного травматизма на деревообрабатывающих предприятиях. На качественную работоспособность человека, как неотъемлемого звена каждого предприятия, влияет ряд факторов. К ним относятся условия труда, уровень подготовки, опыт, квалификация, взаимоотношения в коллективе, нормальное самочувствие человека, его психологическое состояние и эмоциональная устойчивость. Компетентность руководителей и специалистов в области охраны труда является одним из важнейших путей снижения производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Предложены мероприятия, позволяющие снизить производственный травматизм и профессиональные заболевания с минимальными затратами.

Presents the data analysis of the impact of working conditions on occupational diseases and injuries Productive at woodworking factories. On the qualitative performance of man as an integral link of each enterprise affected by a number of factors. These include - working conditions, training, experience, qualifications, relationships in the team, a normal human being, his mental state and emotional stability. Competence of managers and professionals in occupational safety and health is one of the most important ways to reduce occupational injuries and zabolevaniy .Predlozheny activities to reduce productive injuries and occupational diseases at minimal cost.

Введение. Сохранение здоровья нации – важнейшая государственная задача. Социальная политика государства последнее время, характеризуется признанием необходимости укрепления здоровья населения, как главного фактора экономического роста и обеспечения национальной безопасности страны.

Экономические, социальные потери, которые несет общество из-за травмирования работников на производстве, продолжают оставаться серьезными. Суммы произведенных потерпевшим страховых выплат за счет средств обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в 2009 г. составили 148,2 млрд. руб. (2008 г. – 140,4 млрд. руб. Это колоссальные расходы и убытки в виде квалифицированной рабочей силы и человеческого здоровья [1].

Основная часть. Проблема обеспечения безопасности человека на производстве почти всегда решается в условиях ограниченных экономических возможностей. Отсюда вытекает необходимость в разработке таких методов управления охраны труда, которые позволили бы получить управленческие решения, обеспечивающие максимум социального эффекта при ограниченных ресурсах.

Одним из наиболее эффективных путей снижения роста профессиональных заболеваний является ограничение на стаж работы во вредных условиях. На работу во вредные цеха идут за льготами и компенсациями, порой не задумываясь, что можно потерять там здоровье. Для снижения травматизма и профессиональ-

ных заболеваний необходимо использовать мероприятия:

- 1) контроль предрабочего функционального состояния работника;
- 2) применение системы профотбора на травмоопасные работы и работы, требующие повышенного внимания;
- 3) качественное обучение и инструктаж по охране труда специалистов всех уровней – от рабочего до директора;
- 4) применение сертифицированных средств коллективной и индивидуальной защиты.

На кафедре безопасности жизнедеятельности БГТУ при выполнении НИР по теме ГБ-37-06 «Исследование санитарно-гигиенических характеристик технологических процессов производства древесноволокнистых плит на ОАО «Борисовдрев»» обобщены результаты экспериментальных исследований по санитарно-гигиеническим условиям труда, разработаны рекомендации по снижению травматизма и профессиональных рисков для работников предприятия.

В деревообрабатывающей отрасли страны в 2009 г. функционировало 2454 предприятия с численностью персонала 113,8 тыс. человек.

Деревообрабатывающие предприятия относятся к объектам экономики повышенной пожаровзрывоопасности, об этом свидетельствует взрыв древесной пыли и последовавший за ним пожар 25 октября 2010 г. на ЗАО «Пинскдрев». На момент взрыва в цехе находилось 29 человек, из них 14 получили смертельные травмы и 6 пострадавших поступили в медицинские учреждения с тяжелыми травмами. Несоблюдение

санитарно-гигиенических условий труда на участке по производству топливо-древесных гранул привело к отложению пыли на оборудовании и к запыленности воздуха помещения, а в результате – к возникновению чрезвычайной ситуации. Инцидент стал самой крупной промышленной аварией в стране по количеству погибших за несколько последних десятилетий.

Древесина, которая используется в качестве технологического сырья, относится к горючим веществам. Пожарная опасность древесины определяется ее склонностью к возникновению и развитию пожара и характеризуется температурой вспышки и температурой воспламенения.

Температурой воспламенения ($T_{\text{воспл}}$) горючего вещества называется его температура, при которой вещество выделяет пары и газы со скоростью, необходимой для поддержания устойчивого горения после удаления источника зажигания.

Температура самовоспламенения ($T_{\text{самовоспл}}$) – это температура горючего вещества, при которой горение возможно во всем объеме вещества.

На деревообрабатывающих предприятиях в процессе переработки древесного сырья в продукцию образуется древесная пыль, которая с воздухом образует взрывоопасную пылевоздушную смесь (ПлВС) [2].

Взрыв – быстрое превращение вещества (взрывное горение), сопровождающееся выделением большого количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная создать угрозу жизни и здоровью людей, нанести материальный ущерб, ущерб окружающей среде и стать источником чрезвычайной ситуации.

В основе взрывного горения лежат быстротекущие химические реакции окислениягораемых материалов кислородом воздуха, с образованием в первую очередь CO_2 и H_2O . Взрывы газа, топлива и пыли относятся к объемным.

Основные параметры, характеризующие опасность взрыва, – давление на фронте ударной волны, максимальное давление взрыва, максимальная скорость нарастания давления при взрыве. Особо следует остановиться на концентрационных пределах распространения пламени (воспламенения) пылей. Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) – тот интервал концентраций, в котором возможно горение смесей горючих пылей с воздухом.

Нижний (верхний) концентрационный предел воспламенения (НКПВ) – минимальное (максимальное) содержание горючего в смеси горючее вещество – окислительная среда, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания. Внут-

ри этих пределов смесь горюча, а вне их – смесь гореть неспособна. Значение НКПВ применяют при расчете взрывобезопасных концентраций пыли внутри технологического оборудования, трубопроводов, вентиляционных систем, также для сравнительной оценки взрывоопасности промышленных пылей (табл. 1).

Таблица 1

Основные параметры пожаровзрывоопасности пылевоздушных смесей, образующихся на деревообрабатывающих предприятиях

Материал	$T_{\text{воспл}}$, °С	$T_{\text{самовоспл}}$, °С	НКПВ, г/м ³	$\Delta P_{\text{макс}}$, кПа
Древесина:				
буковая	320	490	60	810
еловая	241	397	27	550
сосновая	255	399	34	520
Пыль:				
ДСП	320	490	60	920
ДВП	310	410	100	850
березовая	250	450	20	710,2

Из данных, приведенных в табл. 1, следует, что НКПВ пыли древесины различных пород изменяется от 20 до 100 г/м³, а максимальное давление при взрыве от 500 до 900 кПа.

При ведении процессов с пожаровзрывоопасными пылями необходимо соблюдать условие, чтобы концентрация пыли в аппарате или в производственном помещении была ниже НКПВ. Древесная пыль, лежащая под станком на полу не взрывается, так как ее концентрация выше ВКРП, но при определенных условиях способна самовозгораться, в связи с этим в помещении, в котором имеется осевшая пыль, необходимо строго контролировать температуру поверхностей аппаратов и оборудования. Допустимая безопасная температура поверхностей аппаратов и оборудования составляет 80% от температуры самовозгорания. Пожары и взрывы достаточно часто взаимосвязаны в пространстве и времени. Так, при пожарах возможны взрывы нагреваемых емкостей со сжатыми и сжиженными газами, емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями.

Для исключения гибели и снижения травматизма работников необходимо проводить анализ пожаровзрывоопасности технологического процесса в целом, знать количество и степень пожаровзрывоопасности веществ, поступающих и образующихся в процессе производства, а также возможные причины выхода горючих веществ в производственное помещение, причины и пути распространения пожара по коммуникациям и производственному зданию. Необходимо также определить возможность появления внутренних

и внешних источников воспламенения и инициирования взрыва как в технологическом оборудовании, так и в производственных зданиях и на территории предприятия.

При определении категорий производственных помещений по взрывопожарной опасности необходимо учитывать вероятность выброса горючего газа, горючей пыли в производственное помещение при авариях.

На стадии проектирования объектов категории помещений определяют в технологической части проекта. Что касается уже существующих производств, то категория определяется по технологическому регламенту непосредственно технологами либо иными техническими специалистами. Для определения категорий помещений проводится качественная и количественная оценка.

Все эти требования к производственным процессам закладываются при их проектировании и реализуются при организации и проведении. Требования безопасности к технологическому процессу включают в нормативно-техническую и технологическую документацию.

Взрывы внутри производственных помещений характеризуются тем, что нагрузка воздействует на объект изнутри. Возникающие нагрузки зависят от многих факторов: типа взрывоопасной смеси, ее массы, полноты заполнения внутреннего объема помещения, местоположения взрывоопасной смеси во внутреннем объеме помещения.

Общее действие взрыва проявляется в разрушении зданий, сооружений, оборудования и поражении людей. Воздушная ударная волна имеет разрушительную способность, если избыточное давление ($\Delta P_{\text{ф}}$) в ней выше 15 кПа. Она распространяется в среде перед фронтом пламени со звуковой скоростью. При взрыве исходная энергия превращается в энергию нагретых сжатых газов, которая переходит в энергию движения, сжатия и разогрева среды. Фронт воздушной ударной волны характеризуется скачком давления воздуха. При достиже-

нии фронта ударной волны конструкций зданий и сооружений давление резко повышается до максимального значения за счет отражения от объекта. Разрушающие нагрузки зависят от устойчивости зданий и сооружений. Действие воздушной ударной волны (ВУВ) на здания сооружения, оборудование определяется не только избыточным давлением, но и скоростным напором воздушных масс. Избыточное давление определяет разрушающее, а скоростной напор метательное, опрокидывающее действие ударной волны (табл. 2).

На ЗАО «Пинскдрев» колонны, балки и плиты перекрытия корпуса были выполнены из сборного железобетона, из-за взрыва произошло обрушение крыши здания и на площади около 100 м² обрушились стены корпуса. Степень разрушений соответствует воздействию избыточного давления порядка 100–50 кПа.

Ориентировочную оценку возможных последствий взрывов внутри помещений можно производить по величине избыточного давления, возникающего в объеме производственного помещения.

Для горючих пылей избыточное давление взрыва определяют по формуле

$$\Delta P = \left[\frac{M_{\text{т}} \cdot H_{\text{т}} \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot T_0 \cdot K_{\text{н}} \cdot C_{\text{р}}} \right],$$

где $M_{\text{т}}$ – масса горючей пыли, поступившей в помещение в результате аварии, кг; $H_{\text{т}}$ – теплота горения, Дж/кг; P_0 – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа); Z – доля участия взвешенного дисперсного продукта во взрыве (при отсутствии данных для пыли принимают равным 0,5); $V_{\text{св}}$ – свободный объем помещения, м³; $\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха до взрыва при начальной температуре, кг/м³; T_0 – начальная температура воздуха, К; $K_{\text{н}}$ – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения; $C_{\text{р}}$ – удельная теплоемкость воздуха, Дж/кг·К.

Таблица 2

Степень разрушения зданий, сооружений и оборудования избыточным давлением

Здания и сооружения	Избыточное давление ударной волны, кПа					
	1000...200	200...100	100...50	50...30	30...20	20...10
Здания антисейсмической конструкции	А	Б	В	Г	Д	–
Промышленные здания с металлическим или ж.-б. каркасом			А	Б	В	Г
Многоэтажные каменные жилые дома				А	Б В	Г Д
Машины и оборудование, д/о станки		А	Б	В	Г	Д
Контрольно-измерительная аппаратура					А	Б
Грузовые автомобили			А	Б	В Г	Г Д

Примечание. Условные обозначения разрушений: А – полные, Б – сильные, В – средние, Г – слабые; Д – повреждения.

По избыточному давлению взрыва можно ориентировочно оценить степень воздействия воздушной ударной волны на людей (табл. 3).

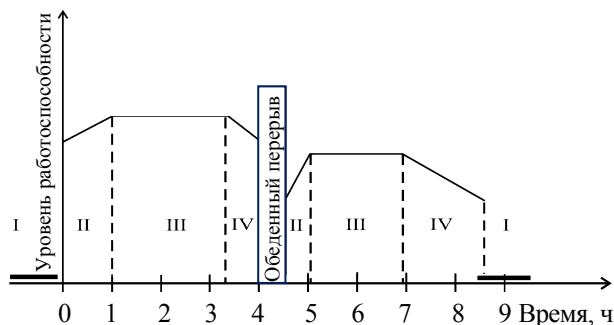
Таблица 3
Давления ударной волной,
вызывающие поражения человека

$\Delta P_{\text{ф}}$, кПа	Результат воздействия
10...20	Легкая контузия, скоро проходящие функциональные нарушения
20...30	Разрывы барабанных перепонок. Небольшие кровоизлияния в легкие (поражения 1-й степени)
50	Общее сотрясение организма, болезненный удар по голове, кровоизлияния в легкие, межмышечное кровоизлияние, гиперемия мозга, иногда переломы ребер (поражения 2-й степени)
70	Давление трудно переносимое организмом, вызывающее состояние контузии (поражение 3-й степени)
100 и более	Переломы ребер, летальный исход (поражения 4-й степени)

Любой вид трудовой деятельности, помимо физических нагрузок, требует волевых усилий, сосредоточения внимания, мышления. Предел работоспособности – величина переменная, изменение ее во времени называют динамикой работоспособности (рисунок). По имеющимся оценкам, наибольший уровень травматизма (порядка 40%) на производстве отмечается в I, II, и IV фазах [3].

Поэтому на производствах повышенной опасности необходимо начинать работу операторов каждой смены не одновременно, а со сдвигом во времени в среднем на 1,5 ч.

В результате в течение всего производственного цикла (24 ч) каждый из операторов будет включаться в управление технологическим процессом во время нахождения предыдущего оператора в наиболее работоспособном состоянии.



Фазы работоспособности человека
на протяжении смены:

- I – дорабочее состояние (пересменка);
- II – фаза вработывания;
- III – фаза устойчивой работоспособности;
- IV – фаза снижения работоспособности в результате развивающегося утомления

Заключение. Проблемы аварийности и травматизма на современных производствах невозможно решать только инженерными методами. Опыт свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма часто лежат не инженерно-конструкторские дефекты, а организационно-психологические причины: низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности, недостаточное воспитание и отсутствие контроля за функциональным состоянием работников, слабая установка специалиста на соблюдение безопасности труда, пребывание людей в состоянии утомления или других психических состояниях, снижающих надежность деятельности специалистов.

Литература

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2010 / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – 582 с.
2. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. изд.: в 2 кн. / А. Н. Бартов [и др.] – М.: Химия, 1990. Кн. 1. – 496 с.
3. Фалина, Е. В. Способ снижения уровня травматизма на опасных производственных объектах / Е. В. Фалина // Безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 2. – С. 6–8.

Поступила 12.03.2011