

УДК 519.68:345.3

**АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА  
НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ****Ю.А. БУЛАВКА***(Полоцкий государственный университет)*

*Представлены систематизированные данные о частоте, тяжести и причинах производственного травматизма на одном из нефтеперерабатывающих предприятий Республики Беларусь. Проведено ранжирование числа несчастных случаев на производстве по подразделениям, профессиям и видам происшествий, приведших к производственной травме. Определена динамика производственного травматизма и обнаружены закономерности, свойственные стандартным показателям несчастных случаев (коэффициентам частоты и тяжести) как для нефтеперерабатывающего предприятия, так и в целом по республике. Полученные результаты анализа несчастных случаев на производстве могут стать основой для прогнозирования производственного травматизма и ориентиром для реальных действий по его предупреждению, т.е. устранению управляемых причин его возникновения, снижению профессиональных рисков, обеспечивая наивысшую результативность от превентивных мер при наименьших затратах.*

**Введение.** В течение последних десятилетий рабочие места подверглись технологическому усовершенствованию, что в сочетании со стремительной глобализацией изменило условия труда многих людей во всем мире. Эти изменения оказали сильное влияние на систему охраны труда. В некоторых случаях степень опасности и риска удалось снизить или полностью исключить, например, путем автоматизации производства, но новые технологии создают новые риски. В то же время на многих рабочих местах сохраняются традиционные риски, а число несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний все еще неприемлемо высоко.

По данным Всемирной организации здравоохранения, смертность от несчастных случаев (НС) в настоящее время занимает третье место после заболеваний системы кровообращения и новообразований. Однако если от «естественных» недугов умирают главным образом пожилые, то от несчастных случаев гибнут преимущественно люди молодого и среднего возраста. Так, одной из распространенных причин смерти у мужчин 15...36 лет являются именно несчастные случаи, связанные с производством.

По статистике Международной организации труда (МОТ) каждые три минуты в результате НС или профессионального заболевания в мире погибает один человек (это более миллиона работников в год), а каждую секунду четверо работающих получают травму. Эти жертвы превышают количество жертв дорожно-транспортных происшествий, насилия и ВИЧ/СПИД [1]. Общее количество пострадавших от НС на производстве составляет 270 млн. человек в год, еще около 160 млн. человек страдают от заболеваний, связанных с трудовой деятельностью, как отмечает МОТ, на каждый случай со смертельным исходом на производстве регистрируется до 70 тыс. случаев возникновения предпосылок к происшествию.

В Республике Беларусь по официальным данным ежегодно из-за нарушений требований охраны труда на производстве травмируется свыше 5 тыс. работников, из них около 250 человек погибают, свыше 800 человек получают тяжелые травмы [2].

Статистика показывает, что если на предприятии происходит смертельный случай, то в его основе лежат от тысячи до нескольких десятков тысяч опасных условий. Известно, что частота возникновения травматизма на предприятиях подчиняется закономерности, напоминающей пирамиду, в основании которой лежат нерегистрируемые нарушения (риски, опасные факторы), имеющие место на производстве, выше – микротравмы, на ступень выше – травмы с временной утратой трудоспособности, а ближе к вершине – происшествия с тяжелыми последствиями. И наконец, смертельный случай. Установлено, например, что одному смертельному случаю предшествует 10...30 случаев тяжелых травм, 100...300 легких травм с временной утратой трудоспособности, 1000...3000 микротравм и 10...30 тысяч так называемых опасных факторов [3].

На рисунке 1 в виде пирамиды приведена частота возникновения травматизма в Европейском Союзе в среднем на один летальный исход [4]. Если у основания этой пирамиды, на уровне опасных си-

туаций, никаких профилактических действий не предпринимать, то по мере их накопления происшествие со смертельным исходом становится закономерным и неотвратимым.

Разработка превентивных мер с целью снижения травматизма невозможна без анализа всех причин его возникновения.

В данной работе проведен анализ числа пострадавших при несчастных случаях на производстве на одном из нефтеперерабатывающих заводов Республики Беларусь: с утратой трудоспособности на один рабочий день и более; со смертельным исходом, подлежащих учету на основании акта по форме Н-1.

Основная цель исследования – анализ показателей травматизма в нефтеперерабатывающей отрасли и выявление их зависимостей по временному фактору.

Систематизированные данные о частоте, тяжести и причинах производственного травматизма на конкретном предприятии имеют практическую ценность для дальнейшего прогноза производственного травматизма.

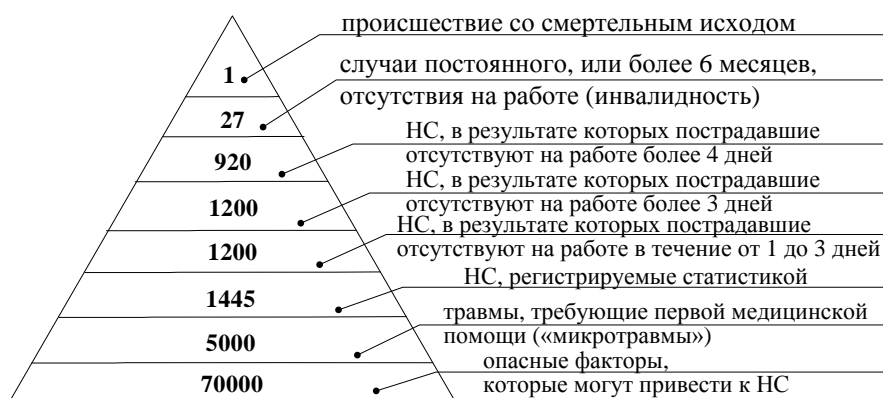


Рис. 1. Частота возникновения травматизма в Европейском Союзе в среднем на один летальный исход

**Методы исследований.** Количество и тяжесть несчастных случаев на производстве могут оцениваться ретроспективными (статистический, монографический, топографический, эргономический, психологический, групповой и экономический) и прогностическими методами.

В данном исследовании применили *статистический метод*, с помощью которого анализируется заранее определенное ограниченное число показателей несчастного случая. Этот метод требует сбора большого статистического массива данных по всем изучаемым показателям. С помощью статистического анализа можно обнаруживать закономерности, свойственные этим показателям, определить динамику травматизма, изучать особенности возникновения несчастных случаев в отдельных профессиональных группах, на отдельных производствах.

Для оценки уровня травматизма использованы относительные статистические показатели (коэффициенты) частоты и тяжести травматизма на предприятии:

1) *коэффициент частоты производственного травматизма*  $K_{\text{ч}}$  показывает количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 человек среднесписочного числа работающих за определенный период (в рамках исследования за год), рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{N_{\text{НС}}}{N_{\text{р}}} \cdot 1000, \quad (1)$$

где  $N_{\text{НС}}$  – количество пострадавших от НС на производстве с нетрудоспособностью на один рабочий день и более в отчетном году (в соответствии с актами расследования несчастных случаев по форме Н-1);  $N_{\text{р}}$  – среднесписочная численность работников;

2) *коэффициент тяжести производственного травматизма*  $K_{\text{т}}$  показывает среднее число дней нетрудоспособности, приходящееся на один несчастный случай за определенный период (число человеко-дней нетрудоспособности на одного пострадавшего), рассчитывается по формуле:

$$K_T = \frac{D}{N_{НС}}, \quad (2)$$

где  $D$  – суммарное число дней нетрудоспособности (по листам нетрудоспособности) по всем несчастным случаям.

**Результаты и их обсуждение.** На основании данных архивных материалов, литературных источников [5] и статистической отчетности с начала производственной деятельности исследуемого нефтеперерабатывающего завода, а именно за 48 лет эксплуатации, на нем произошло 476 несчастных случаев на производстве, подлежащих статистическому учету, при которых пострадало 488 человек (из них 82,4 % составляют мужчины).

На рисунке 2 приведено распределение производственного травматизма по видам происшествий, приведших к несчастным случаям.

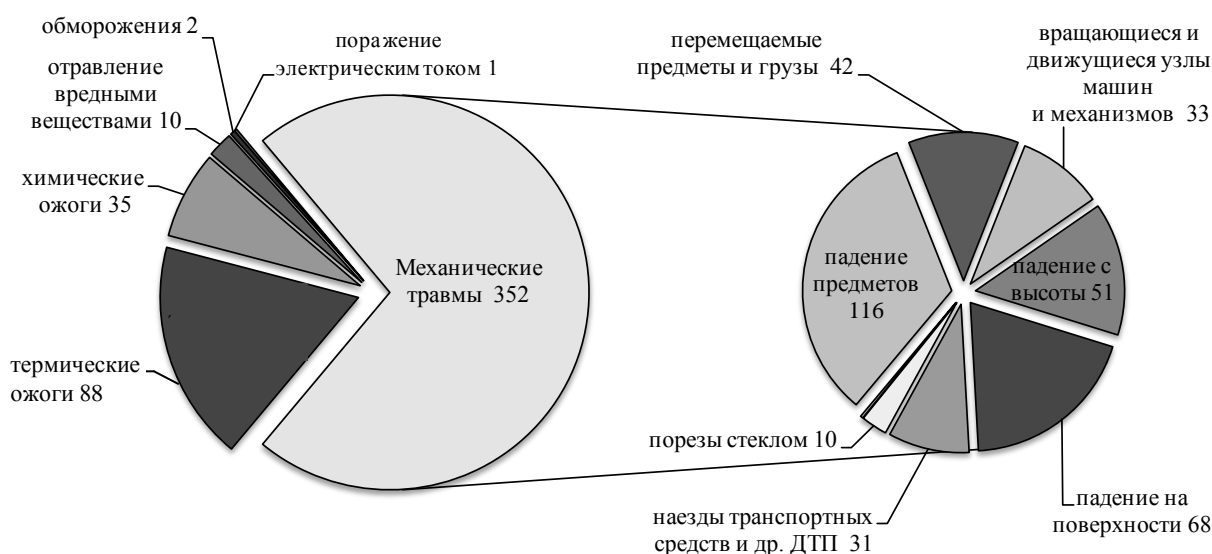


Рис. 2. Распределение производственного травматизма по видам происшествий

За весь период эксплуатации предприятия допущено 11 групповых несчастных случаев, при которых пострадало 23 человека, и 12 несчастных случаев со смертельным исходом, при которых погибло 13 человек.

В таблице 1 приведено распределение производственного травматизма по подразделениям (производствам, цехам), в таблице 2 – по профессиям.

Анализ распределения производственного травматизма по подразделениям нефтеперерабатывающего предприятия выявил рабочие участки и места с повышенной травмоопасностью. Первое место, которое может быть связано с износом оборудования, на основном производстве занимает производство «Масел смазочных и битумов», несмотря на то, что среднесписочная численность работающих на данном производстве в 2,8 раза ниже, чем на производстве «Нефтяных топлив и ароматических углеводородов», на вспомогательном производстве – «Ремонтное производство» и «Товарно-сырьевой цех».

Низкий уровень травматизма на самом крупном производстве топлив и ароматики связан с тем, что технологические установки, построенные в 70-е годы XX века, подверглись модернизации и реконструкции (реализованы программы 1999 – 2003, 2005 – 2010 гг.) с целью увеличения и углубления переработки нефти, повышения качества продукции.

Большие вложения в модернизацию оборудования и технологий привели к улучшению условий труда, снижению производственных рисков и опасностей. Кроме того, ведется серьезная работа по профессиональной подготовке и переподготовке, повышению компетентности рабочих и специалистов, устранению организационных и технических причин нарушений правил и норм по охране труда.

В ходе анализа производственного травматизма выявлено (табл. 2), что наиболее травмоопасными профессиями на НПЗ являются:

- оператор технологических установок (аппаратчик) – 20 % НС от общего числа;
- слесарь – 19 %;
- машинист – 8 %.

Данный факт можно объяснить преобладанием работников этих профессий над другими, операторы технологических установок и аппаратчики составляют около 20 % среднесписочного состава, слесари и машинисты по 7 % работающих исследуемого предприятия.

Таблица 1

Распределение производственного травматизма по подразделениям за 48 лет эксплуатации НПЗ

Производство, цех	Количество несчастных случаев			% НС от общего числа
	со смертельным исходом	групповых	всего	
Производство смазочных масел и битумов	–	4	92	19,33
Производство нефтяных топлив и ароматических углеводородов	6	1	89	18,70
Ремонтное производство	1	–	66	13,87
Товарно-сырьевой цех	–	1	58	12,18
Цех электроснабжения	–	2	30	6,30
Центральная лаборатория	1	1	26	5,46
Автотранспортный цех	1	–	26	5,46
Производство (энергоснабжение и очистные сооружения)	1	1	23	4,83
База оборудования	–	–	17	3,57
Социально-жилищный комплекс	1	–	12	2,52
Заводоуправление	–	–	10	2,10
Цех КИП и А	1	1	8	1,68
Хозяйственный цех	–	–	7	1,47
Военизированный газоспасательный отряд	–	–	2	0,42
Цех приготовления, расфасовки органических растворителей и других препаратов на базе углеводородов и их соединений, производства изделий из полиэтилена и кровельной мастики из битумных материалов	–	–	2	0,42
Тепличное хозяйство	–	–	1	0,21
Сельскохозяйственный цех	–	–	1	0,21
Гостиничный комплекс	–	–	1	0,21
Другое	–	–	5	1,05
Всего	12	11	476	100

Таблица 2

Распределение производственного травматизма по профессиям за 48 лет эксплуатации НПЗ

Профессия (должность)	Количество потерпевших		% НС от общего числа
	в том числе погибших	всего	
Оператор технологических установок (аппаратчик)	6	98	20,08
Слесарь	3	92	18,85
Машинист	–	40	8,20
Электромонтер	1	33	6,76
Водитель (тракторист)	–	31	6,35
Сливщик-разливщик	–	29	5,94
Грузчик	–	26	5,33
Лаборант (пробоотборщик)	1	26	5,33
Руководящие работники (специалисты)	1	23	4,71
Оператор товарный	–	22	4,51
Подсобный рабочий	–	18	3,69

Слесарь КИПиА (приборист)	1	11	2,25
Электросварщик (газорезчик)	–	11	2,25
Токарь	–	7	1,43
Плотник (столяр)	–	7	1,43
Прочие	–	14	2,87
Всего	13	488	100

В таблице 3 приведены результаты анализа причин производственного травматизма за весь период эксплуатации предприятия. Ретроспективное изучение статистики производственного травматизма на НПЗ показало, что нарушения персоналом требований безопасности и личная неосторожность потерпевшего являются одними из ведущих причин несчастных случаев на производстве, соответственно 24 и 17 % НС от общего числа. Факт того, что в большинстве случаев виновником травматизма является сам работник, возникает из-за недостаточного уровня подготовки работников в области охраны труда, из-за низкого уровня культуры производственных отношений и неумения принять оптимальное решение в условиях дефицита времени и психофизиологических перегрузок.

Таблица 3

Анализ причин производственного травматизма за 48 лет эксплуатации НПЗ

Причины	Количество НС	% НС от общего числа
Нарушение требований безопасности потерпевшим	114	23,95
Личная неосторожность потерпевшего	82	17,23
Нарушение требований безопасности другими лицами	45	9,45
Неисправность оборудования, механизмов и приспособлений	43	9,03
Неудовлетворительная организация работ	40	8,40
Применение опасных приемов выполнения работ	40	8,40
Неприменение средств индивидуальной защиты	26	5,46
Неудовлетворительное содержание рабочих мест	15	3,15
Неудовлетворительное состояние дорог и территорий	14	2,94
Конструктивные недостатки средств производства	14	2,94
Недостаточная обученность потерпевших	12	2,52
Неосторожные действия других лиц	9	1,89
Несовершенство технологических схем	7	1,47
Противоправные действия других лиц	6	1,26
Необеспеченность средствами индивидуальной защиты	5	1,05
Прочие	4	0,84
Всего	476	100

Рассмотрев динамику изменения коэффициента частоты травматизма на исследуемом НПЗ и в целом по Республике Беларусь с 1990 по 2009 год (рис. 3, а), следует отметить значительное снижение данного показателя за анализируемый период, что может быть связано с более высоким уровнем ответственности руководителей и специалистов за обеспечение безопасных условий труда, с целенаправленной работой по предупреждению НС на производстве.

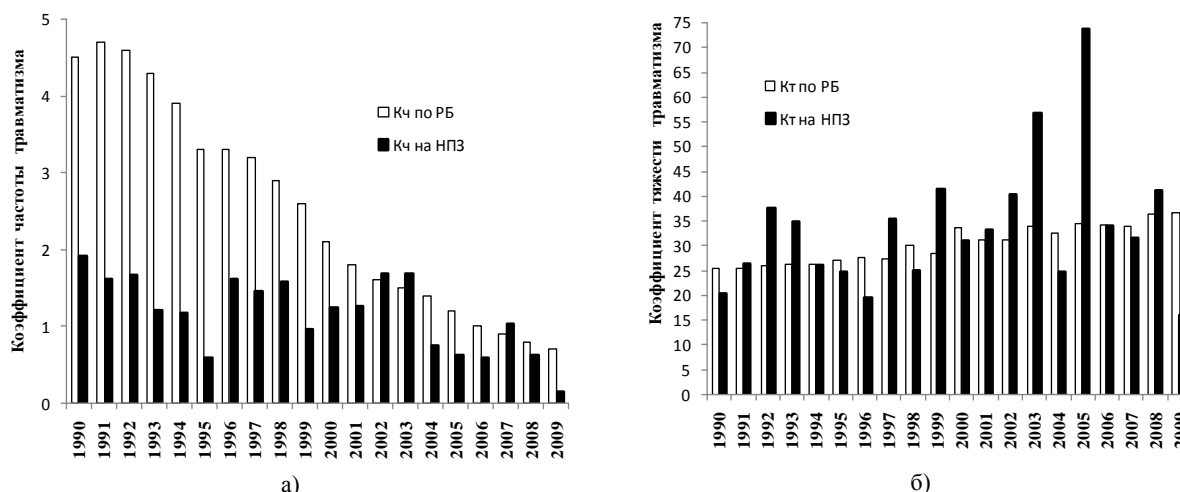


Рис. 3. Динамика показателей частоты (а) и тяжести (б) производственного травматизма на исследуемом НПЗ и в целом по Республике Беларусь за 1990 – 2009 годы

Существенную роль в выявленной тенденции сокращения случаев производственного травматизма играет действующий стандарт СТБ 18001-2009 «Системы управления охраной труда. Требования», в основе которого заложены принципы, изложенные в международной системе организации охраны труда OHSAS-18001:2007 «Система менеджмента профессионального здоровья и безопасности. Требования».

О достоверности учета несчастных случаев на производстве как на исследуемом НПЗ, так и в целом по республике можно судить по результатам сравнительного анализа частоты травматизма и его тяжести (рис. 3, а, б). Выявлена следующая корреляционная связь:

- снижение  $K_{\text{ч}}$  одновременно вызывает рост  $K_{\text{т}}$  (в целом по Беларуси парный коэффициент корреляции составляет  $-0,9552$ , т.е. по модулю максимально приближаясь к единице;

- на исследуемом НПЗ парный коэффициент ковариации составляет  $-0,3165$ ). Это указывает на то, что между коэффициентами частоты и тяжести травматизма существует отрицательная линейная связь, за последние годы на фоне постоянного снижения травматизма резко возросла его тяжесть. Можно предположить, что данная закономерность связана с тем, что регистрироваться стали только более тяжелые случаи, а легкие не фиксируются. К такому выводу приходят и другие исследователи [4].

Среднее значение за двадцатилетний период коэффициента частоты производственного травматизма на исследуемом НПЗ составляет 1,17, что более чем в два раза ниже, по сравнению с республикой в целом. Этот факт можно объяснить реализацией проводимой политики предприятия в области охраны труда:

- по улучшению условий труда, повышению уровня безопасности, снижению риска производственных травм и профессиональных заболеваний, инцидентов и аварий;

- по соблюдению законодательства и повышению компетентности работников в данной области.

Следует отметить, что на предприятии особое внимание уделено профессиональному отбору потенциальных работников и совершенствованию работы по их обучению.

Установлено, что среднее значение за последние двадцать лет изучения коэффициента тяжести производственного травматизма на НПЗ составляет 33,48, что на 22 % больше, чем в среднем по Республике Беларусь. Более высокая длительность восстановления трудоспособности после несчастного случая на нефтеперерабатывающем предприятии, возможно, связана с постоянным контактом работников с токсичными веществами, что приводит к ослаблению иммунной системы.

По данным медицинских осмотров [6], люди, работающие с химическими веществами, чаще болеют общими болезнями (гриппом, воспалениями верхних дыхательных путей и легких, расстройствами органов пищеварения), процесс выздоровления идет дольше, дольше заживляются послеоперационные раны и чаще регистрируются рецидивы и обострения болезни.

Для определения распределения производственного травматизма по месяцам и дням недели на НПЗ проанализировано 70 несчастных случаев на производстве с утратой трудоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом, подлежащих учету на основании акта по форме Н-1 за период 1999 – 2010 годов. Результаты представлены на рисунке 4, а, б.

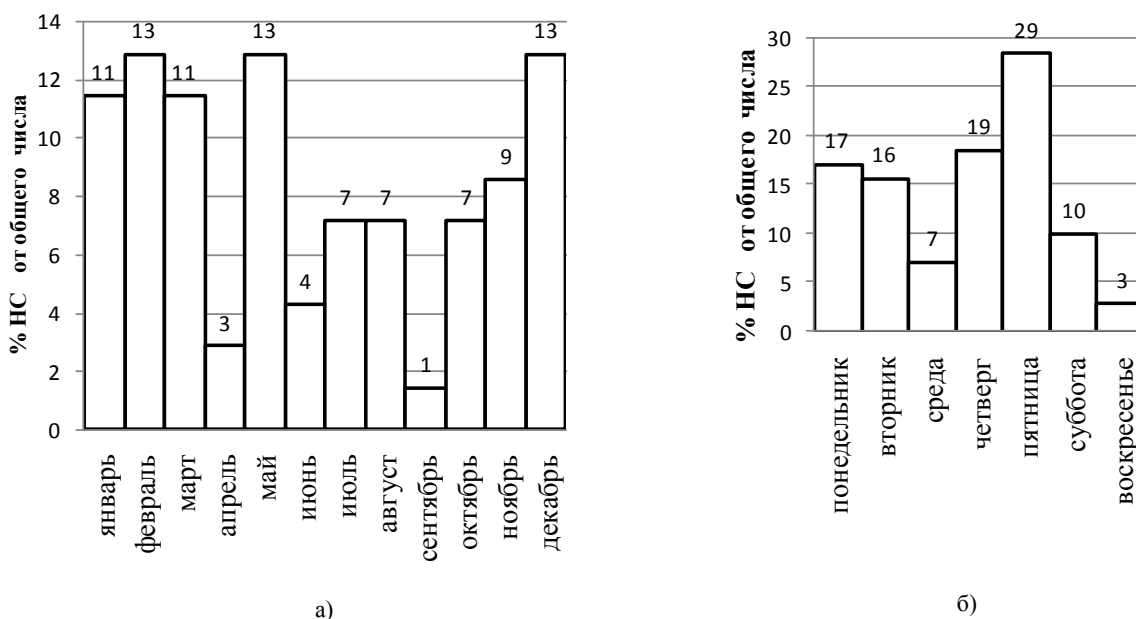


Рис. 4. Распределение производственного травматизма в зависимости от месяца (а) и дня недели (б)

Установлено, что наибольшее количество несчастных случаев на НПЗ регистрируется в весенне-зимний период (см. рис. 4, а). Рост числа травм на производстве зимой и весной можно объяснить тем, что в этот период у человека наблюдаются снижение кровяного давления, уменьшение частоты пульса, снижение сосудистого тонуса, наличие гиповитаминоза. Охлаждающий микроклимат способствует изменению двигательной реакции работающих, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает в коре головного мозга тормозные процессы, что приводит к ухудшению работоспособности работников, рассеянному вниманию, снижению реакции на опасные ситуации, и как следствие, повышается число травм.

Летнему и осеннему периоду характерны высокая работоспособность, повышение общего тонуса организма, улучшение обмена веществ, усиление физиологических процессов, возможно, поэтому в этот период число травм на производстве снижается.

Анализ динамики несчастных случаев по дням недели на исследуемом нефтеперерабатывающем предприятии, результаты которого приведены на рисунке 4, б, показал, что их максимальное число приходится на пятницу, что составляет 29 % от общего количества травм.

Полученные данные сопоставимы с исследованиями в области психологии труда [7], в течение рабочей недели отмечаются изменения уровня работоспособности, что связано с активацией и истощением ресурсов организма, колебанием активности психических процессов, развитием неблагоприятных функциональных состояний.

Динамика работоспособности в течение недели имеет несколько стадий:

- на понедельник приходится стадия вработывания (нарастающей работоспособности) – отмечается некоторое увеличение продуктивности труда, усиление обменных процессов, деятельности нервной и сердечно-сосудистой системы, возрастание активности психических процессов; возможна гиперреакция организма, неустойчивость рабочих действий, ухудшение скорости и точности восприятия;

- на вторник, среду и четверг – стадия устойчивой работоспособности – проявляется в наиболее высокой и стабильной продуктивности и надежности труда, адекватности функциональных реакций величине рабочей нагрузки, устойчивости психических процессов, оптимальности волевых усилий;

- на пятницу и субботу – стадия снижения работоспособности (развивающегося утомления) – вначале характеризуется возникновением чувства усталости, снижением интереса к текущей работе, затем нарастает напряженность психических и физиологических функций, увеличиваются волевые усилия для сохранения необходимой продуктивности и качества деятельности и, наконец, при продолжении работы нарушаются профессиональные параметры деятельности – снижается производительность труда и реакции на возможные опасности, появляются ошибочные действия, падает мотивация к труду, ухудшается

общее самочувствие, настроение. Иногда в конце этой стадии может возникнуть либо фаза срыва – полная дискоординация функций организма и отказ от работы, либо фаза конечного «порыва» – сознательная мобилизация оставшихся психических и физиологических резервов с временным, резким повышением эффективности труда.

После стадии развивающегося утомления следует стадия восстановления работоспособности, которая характеризуется развитием восстановительных процессов в организме, снижением психического напряжения и накоплением функциональных резервов.

Таким образом, с позиции физиологии труда, основываясь на полученных результатах, можно утверждать, что наиболее опасный день, когда возможно возникновение несчастного случая – пятница, что связано с возникновением стадии развивающегося утомления.

Результаты анализа статистической информации о производственном травматизме на нефтеперерабатывающем предприятии позволили сформулировать следующие **выводы**:

- 1) основные причины несчастных случаев на производстве – нарушения персоналом требований безопасности и личная неосторожность работников, т.е. связаны с так называемым «человеческим фактором»;
- 2) травмам чаще всего подвергаются работники одних и тех же профессий, а именно: операторы технологических установок (аппаратчики), слесари, машинисты;
- 3) преобладающий вид происшествий, приводящий к несчастному случаю на производстве, – механические травмы (72 % от общего количества потерпевших) вследствие падения предметов, падения на поверхности во время передвижения, падения с высоты, перемещения предметов и грузов, воздействия вращающихся и движущихся узлов машин и механизмов и др.;
- 4) определены места с повышенной травмоопасностью: на основном производстве – производство смазочных масел и битумов; на вспомогательном – ремонтное производство;
- 5) анализ динамики несчастных случаев на производстве по дням недели и месяцам, показал, что наиболее высок риск травмирования в пятницу и весенне-зимний период;
- 6) согласно официальным статистическим данным и результатам расчета стандартных показателей несчастных случаев (коэффициентов частоты и тяжести) установлено, что в последние годы как на исследуемом нефтеперерабатывающем заводе, так и в целом по Республике Беларусь происходит снижение уровня производственного травматизма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Роик, В.Д. Управление условиями и охраной труда: учеб. пособие / В.Д. Роик. – М.: Изд-во РАГС, 2004.
2. Челноков, А.А. Охрана труда: учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко. – 3-е изд., испр. – Минск: Выш. шк., 2007.
3. Crawl, D.A. Chemical Process Safety Fundamentals with Application / D.A. Crawl, J.F. Louvar. – 2nd ed. – Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey, 2002.
4. Сечко, Л.К. Учет и анализ производственного травматизма за рубежом и в Республике Беларусь / Л.К. Сечко, М.В. Бушуева // Охрана труда и социальная защита: респ. науч.-попул. журнал. – Минск, 2010. – № 9. – С. 49 – 54.
5. Артюх, А.А. Искра и пламя: исследования / А.А. Артюх, А.Ф. Иванько, В.Г. Тетерук. – Полоцк: Наследие Ф. Скорины, 2007.
6. Ковалева, Я.Ю. Факторы производственной среды, негативно влияющие на состояние здоровья работающих предприятий нефтеперерабатывающей отрасли / Я.Ю. Ковалева, Ю.А. Булавка // Труды молодых специалистов Полоц. гос. ун-та. Вып. 30. Строительство. – 2008. – С. 142 – 145.
7. Бодров, В.А. Работоспособность человека-оператора и пути ее повышения / В.А. Бодров // Психологический журнал. – 1987. – Т. 8, № 3. – С. 107 – 117.

*Поступила 10.12.2010*

#### THE ANALYSIS OF INDUSTRIAL INJURIES AT THE OIL REFINERY

*Y. BULAUKA*



*The systematic data on the frequency, severity and causes of occupational injuries in one of the oil refineries in the Republic of Belarus is presented in this article. The ranking of the number of accidents at work in offices, occupations and types of crashes resulting in injuries is given. The dynamics of workplace injuries is determined and the pattern characteristic of the standard indices of accidents (frequency rate and severity) is discovered for both oil refinery works, and for the whole country. The obtained results of the analysis of accidents at work, can become the basis for the prognosis of workplace injuries and a guide for real actions to prevent it, i.e., the elimination of its controlled causes, the reduction of occupational hazards, since the state employees' working conditions continues to be an acute socio-economic problem.*