

УДК 622.8

А.Ф. ДОЛЖЕНКОВ (д-р.техн.наук, с.н.с.)

Т.А. НЕГРЕЙ (ст.преподаватель)

Донецкий национальный технический университет, г.Красноармейск

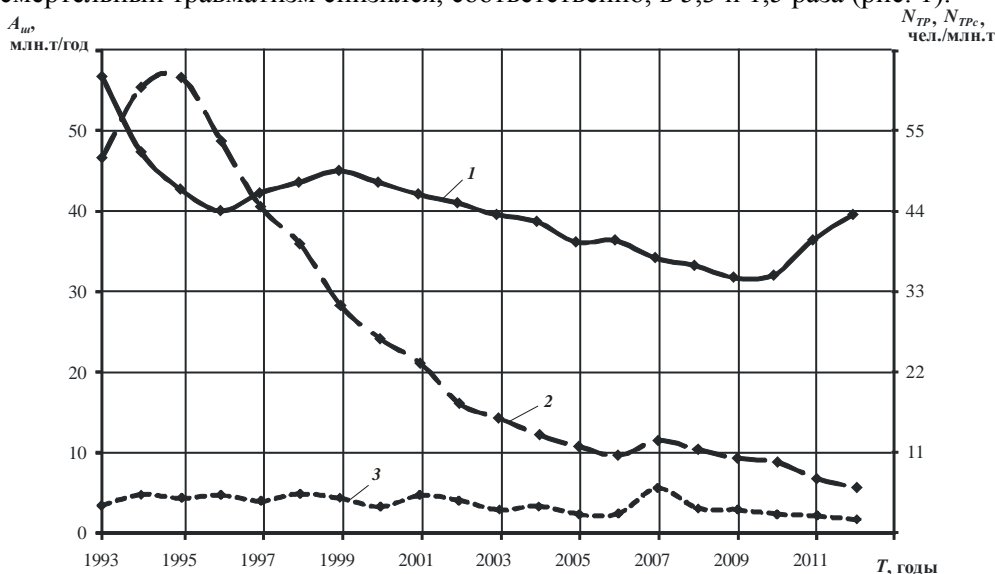
## АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОЗДАНИЯ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПОДЗЕМНЫХ РАБОЧИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Проведен анализ производственного травматизма на угледобывающих предприятиях Украины. Сделаны выводы о том, что до сих пор анализ травматизма при ведении горных работ проводился, в основном, на уровне рабочих мест и отдельных зон. Установлено, что недостаточно внимания уделяется изучению травматизма на уровне выполнения конкретных производственных операций (подопераций) в рамках определенного технологического процесса, в том числе при ведении очистных и подготовительных работ.

**Ключевые слова:** производственный травматизм, опасные и вредные производственные факторы, технологический процесс, производственные операции.

**Актуальность работы.** Анализ производственного травматизма среди всех отраслей народного хозяйства Украины показывает, что наиболее проблемной в этом плане, является угольная промышленность, что обусловлено сложными горно-геологическими и горнотехническими условиями отработки угольных пластов. Более 30% шахт отрасли добывают уголь с глубины свыше 700 м, в числе более 6% - с глубины свыше 1000 м. На территории Украины 90% шахт относятся к опасным по газу, 26,2% - опасные по внезапным выбросам, 31,5% - сверхкатегорные, 70,6% - опасны по взрывчатости угольной пыли, 16,4% - опасны по горным ударам. Из общего количества действующих очистных забоев в шахтах отрасли 71,9% отрабатывают пласты мощностью до 1,2 м, в том числе 15% – мощностью до 0,7м; 4,5% лав работают на пластах мощностью более 1,8 м. На пластах мощностью до 1,2 м добывается 57,2% угля, в том числе 6,2% – на весьма тонких пластах до 0,7 м, 9,3% – при мощности более 1,8 м.

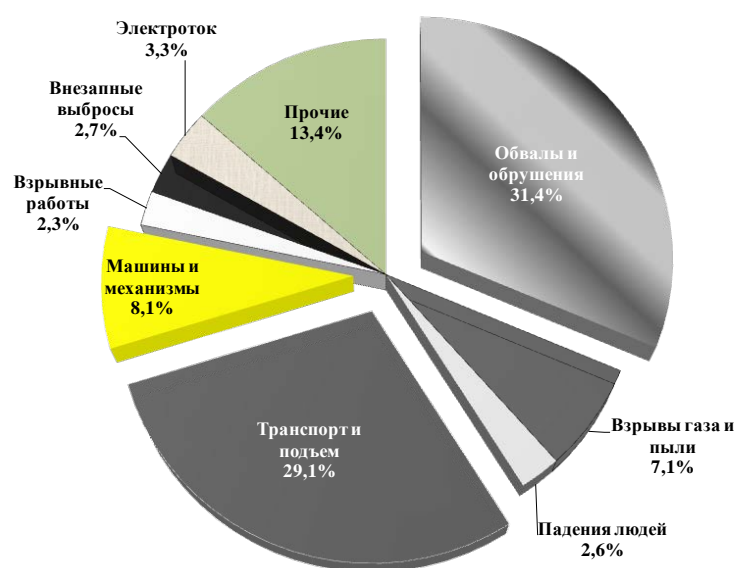
Анализ производственного травматизма в угольной отрасли Украины за 19 лет (1993-2012 гг.) показал, что при уменьшении объема производства в 2,1 раза общий производственный травматизм снизился в 5,07 раза, а смертельный – в 2,05 раза. Для угольных шахт Донецкой области эта динамика сохраняется и при уменьшении уровня производства в 1,8 раза – общий и смертельный травматизм снизился, соответственно, в 5,3 и 1,5 раза (рис. 1).



**Рис. 1.** Графики изменения объема добычи угля на шахтах Донецкой области  $A_{ш}$  (1), общего количества случаев (2) травматирования  $N_{TR}$  и со смертельным исходом  $N_{TRc}$  (3) на 1 млн. т добычи в течение 1993-2012гг.

Относительное снижение травматизма объясняется: закрытием шахт, увеличением уровня механизации горных работ, применением прогрессивных технологических схем ведения горных работ и внедрением эффективных мероприятий в области охраны труда. Различная динамика общего и смертельного травматизма объясняется увеличением тяжести травмирования на рабочих местах, обусловленных ухудшением условий отработки угольных пластов, усложнением технологий ведения горных работ и увеличением нагрузок на очистные забои.

По отрасли травматизм распределился следующим образом: 37,6% несчастных случаев произошло в очистных забоях, 17,7% - в подготовительных забоях и 44,7% - в протяженных горизонтальных и прочих горных выработках. Большая часть травматизма, произошедшего в подземных выработках шахт - 68,6%, связано с тремя опасными производственными факторами: обвалы и обрушения, транспорт, машины и механизмы (рис. 2).



**Рис. 2.** Диаграмма относительного соотношения несчастных случаев по опасным производственным факторам

В очистных выработках шахт 55,8% несчастных случаев произошло от обвалов и обрушений, 17,1% - от машин и механизмов, 14,9% - от взрывов газа и пыли. В подготовительных забоях от обвалов и обрушений произошло 31,8% несчастных случаев, по 11,8% - от транспорта и внезапных выбросов. В протяженных горизонтальных и прочих горных выработках основной травматизм связан, естественно, с транспортом и подъемом - 60,5%, на обвалы и обрушения приходится 10,7%, электроток - 4,7%. На поверхности шахт основными опасными производственными факторами являются транспорт и подъем - 41,0% и падение людей - 15,4%.

Исследованием ряда авторов установлено, что с ухудшением горно-геологических условий разработки и повышением нагрузки на лаву все чаще возникают различные аварийные ситуации. Исследование комплекса обстоятельств и причин указывают на снижение технической их составляющей и значительного роста человеческого фактора в этом процессе при [1,2,3]:

- планировании и проектировании работ;
- организации работ и руководстве ими;
- исполнении служебных обязанностей (формальный инструктаж рабочих, приемка и браковка выполненных работ и т.п.);
- выполнении трудовых операций, повышающих опасность технологии или оборудования;

- выполнении трудовых операций, повышающих опасность рабочих приемов, операций или движений.

**Цель статьи.** Целью данной статьи является анализ основных направлений обеспечения безопасности труда при ведении горных работ в угольных шахтах.

**Основная часть.** Стоит отметить, что исследования вопроса обеспечения безопасности труда при ведении горных работ в угольных шахтах, рассматривается, как в комплексе, так и по отдельным направлениям, включая разработку и усовершенствование нормативной базы в области охраны труда, безопасные технологии ведения горных работ, технологии и средства обеспечения безопасных условий труда, разработку профилактических мероприятий в области охраны труда.

Анализ публикаций, посвященных решению комплексной проблемы повышения безопасного ведения горных работ, показывает, что в различных странах это проблема решается по разному, с учетом особенностей и специфики их национальной экономики, законодательства в сфере охраны недр, труда и окружающей среды, нормативной базы, налогообложения, различий в горно-геологических условий разработки месторождений и других основополагающих положений [4].

Огромное внимание уделяется нормативной базе по промышленной безопасности и охране труда в украинских шахтах, совершенствованию методов и средств предупреждения взрывов метановоздушных смесей, возгорания угольной пыли и комплексной дегазации шахтных полей, совершенствованию системы управления охраной труда [стат 5-7].

В работе [4] указывается на то, что причинами аварий, происходящих в угольной промышленности Украины, являются социально-экономические противоречия, проблемы общества и вытекающие из них технические решения, которые принимаются собственниками и руководителями шахт. Отмечается, что вопросы технического развития шахт определяют их собственники, стремящимися к минимизации затрат на мероприятия по охране труда, безопасности ведения работ [4, 6].

Доказано, что от инвестирования в сферу охраны труда могут быть получены социальный, социально-экономический и экономический эффекты [8]. Социальный эффект – выражается в повышении производительности, уменьшении травматизма и заболеваемости, степени удовлетворения трудом и т.д. Социально-экономический – в увеличении объема производства за счет повышения производительности труда, и экономический – в увеличении чистой прибыли предприятия за счет увеличения объема производства и уменьшения затрат на возмещение ущерба от травматизма и профзаболевания.

В ряде научных трудов, посвященных безопасности ведения горных работ, авторы предлагают уменьшить уровень травматизма за счет разработки новых технологий угледобычи, которые бы соответствовали современному уровню развития науки и техники, экономики государства [4, 9, 10]. Но также соглашаются с тем, что абсолютно безопасных технологий сегодня не существует.

Совершенствование технологических схем, заключающихся в увеличении уровня механизации ведения горных работ, применении прогрессивных систем разработки, усовершенствовании средств индивидуальной защиты, способов профилактики и предотвращения газодинамических явлений, систем противоаварийной защиты шахт, позволяет лишь частично уровень травматизма, о чем свидетельствует динамика производственного травматизма за последние 19 лет (рис. 1). Более значимые причины – несоответствие биомеханических и психофизиологических возможностей приспособления адаптационных возможностей организмов горнорабочих к темпам работы оборудования [1, 2], что лежит в области исследований таких наук, как эргономика и инженерная психология. В ряде случаев, недоработки в данных вопросах приводят к ситуации, когда, казалось бы, увеличение уровня механизации, призванное снизить долю ручного труда, а, следовательно, и уровень травматизма, ведет к обратному эффекту – увеличению вероятности возникновения несчастного случая. Так, применение современных очистных комбайнов позволяет существенно увеличить нагрузку на лаву, приближая ее к максимально допустимой по газовому фактору. В то же время, обязательным условием увеличения нагрузки на лаву является увеличение скорости подачи комбайна, а, следовательно, и рост физических и психофизиологических нагрузок на машинистов горно-выемочной машины и гор-

норабочих очистного забоя по обеспечению необходимой скорости крепления лавы. Социологические опросы показывают, что пострадавшие от несчастного случая часто называют повлекшие его причины – «цейтнот», «гонку», «заботы», «нервозность» [11], т. е., причины, относящиеся к факторам социально-психологического характера. В этом случае стоит согласиться с тем, что благоприятной предпосылкой для рабочего является улучшение эргономических требований к технике и технологиям.

Т. о., с точки зрения глобального подхода к вопросу исследований обеспечения промышленной безопасности и охраны труда, необходимо уделять внимание основным травмирующим факторам и исследованию причинно-следственных связей при возникновении несчастных случаев. Отмечается, что 60-90% аварий и травм возникают по организационно-психологическим причинам [12].

В большинстве научных трудов особое внимание уделяется физическим факторам (падениям и обрушениям породы, действию машин и механизмов, происшествиям на подземном транспорте, воспламенению метана и угольной пыли) и психофизиологическим опасным и вредным производственным факторам, доля которых составляет 60-70% случаев травмирования горнорабочих. Такое внимание обусловлено существенным количеством несчастных случаев, в том числе и со смертельным исходом (рис. 2), причиной которых явились указанные факторы. Основная причина - недостаточно закрепленный забой, некачественная обработка нависающих пород, некачественное крепление выработок и т.д., а также невнимательным отношением работников к своим обязанностям [13].

В работе [14] приведена классификация причин несчастных случаев, которые предложено делить на 3 группы: организационные (невыполнение требований инструкций по охране труда, невыполнение должностных обязанностей, нарушение требований техники безопасности при эксплуатации оборудования, машин и механизмов, нарушение технологического процесса); технические (неудовлетворительное техническое состояние производственных объектов, сооружений, средств производства и т.д.); психофизиологические. Соотношение причин в количественном выражении по конкретному предприятию составило, соответственно, 73,5; 22,5; 4%. На наш взгляд, это деление не совсем корректно, так как в основе организационных причин всегда лежит физиологическая и психофизиологическая составляющая.

В отдельных трудах предлагается анализировать основные опасные и вредные факторы на конкретных рабочих местах или комплексу выполнения определенных производственных операций [15, 16]. То есть указывается, какое соотношение пострадавших от обвалов и обрушений в лавах, подготовительных забоях, на перекреплении горных выработок; при применении механизированной и индивидуальной крепи в лаве; на конвейерном и рельсовом транспорте; указываются причины подземных взрывов газа и пыли; рассматриваются наиболее травмоопасные ситуации при эксплуатации машин и механизмов. Это весьма важно, поскольку позволяет разрабатывать и внедрять конкретный перечень мероприятий, в зависимости от условий труда на конкретном рабочем месте

Необходимо отметить ряд трудов [17, 18], посвященных оценке травмоопасности технологических операций и разработке решений по снижению уровня травматизма при их выполнении. Особое внимание уделялось исследованию уровня травматизма на концевых участках очистных забоев, в подготовительном забое. Основным опасным производственным фактором в данных условиях называется обрушение массива нарушенных пород, а причина его проявления – расслоение вмещающих пород, возникающие и развивающиеся во времени после деформаций упругого восстановления под действием деформаций генетического возврата.

В некоторых работах рассматриваются отдельные рабочие профессии на предмет травмоопасности [14, 15, 19]. Указывается, что наиболее травмоопасными являются профессии горнорабочего очистного забоя, проходчика, горнорабочего подземного, электрослесаря подземного, крепильщика. Это связано с тем, что данные профессии напрямую связаны с основными опасными производственными факторами, на которые приходится основная доля несчастных случаев (рис. 2).

Анализ распределения случаев травматизма по возрасту пострадавших показал, что наибольший уровень травматизм приходится на возрастную категорию от 41 до 50 лет, что объясняется снижением физиологических и психофизиологических функций организма

(уменьшение времени реакции, снижение функций слуховых и зрительных рецепторов и т. д.) [19].

Т. о., влиянием «человеческого фактора», в ряде случаев, объясняется более 80% травм угольной отрасли [15, 17, 19]. Отмечается, что человеку свойственно стремление к упрощению своих операций при выполнении работы, что, как правило, приводит к нарушению внимания, утрате осторожности, чрезмерной самоуверенности (об этом упоминалось ранее), склонности к риску [15]. инженерно-техническим работникам также свойственна склонность к упрощению своих непосредственных обязанностей, заключающихся в контроле за безопасностью ведения горных работ. Указывается на то, что нередко случаи принятия ошибочных решений из-за низкого уровня профессиональной подготовки ИТР [20, 21].

В отдельную группу стоит выделить исследования, посвященные прогнозу и вероятности возникновения травмоопасных ситуаций. Основной количественной мерой опасности, которая учитывает вероятность возникновения негативных последствий от осуществления хозяйственной деятельности, является риск. В работах, посвященных безопасности работ в угольной промышленности рассматриваются риски: аварий, несчастного случая, травмирования, травматизма, смертельного травматизма, утраты здоровья, профзаболевания. Также оценивался риск рабочего места и риск по профессии.

Интересны результаты исследований по установлению закономерностей возникновения несчастных случаев при нарушении требований охраны труда [22]. Полученные зависимости видов нарушений требований охраны труда от вероятности возникновения несчастного случая, позволило сформулировать логико-вероятностные основы ситуационного управления безопасностью производственных систем и сделать вывод о том, что устранив одну причину несчастного случая в пределах производственной системы, можно предотвратить травматизм сразу по нескольким ситуациям травмирования.

Приведенный анализ результатов научных исследований в области охраны труда дает нам основания утверждать, что основной их целью является создание условий по обеспечению безопасных условий труда подземных рабочих, которые заключаются в разработке и проведении профилактических мероприятий по предупреждению производственного травматизма.

Стоит отметить, что наибольшее количество несчастных случаев происходит непосредственно на рабочих местах при выполнении конкретных производственных операций или подопераций. В то же время следует отметить небольшое количество таких работ. Причем в имеющихся исследованиях рабочее место рассматривается, как эпицентр травмоопасного события, причиной которого были: природные явления, технологические ошибки, действия рабочих. Практически не исследовались в качестве причин нарушения организации выполнения производственных процессов на уровне отдельных операций (подопераций). То есть, не достаточно уделяется внимание травматизму при выполнении конкретных операций на разных рабочих местах, особенно при выполнении основных производственных процессов – ведении очистных работ и проведении горных выработок.

Например, при проведении горной выработки высока вероятность травмирования от обрушений и обвалов при выполнении следующих операций: «установка элементов временной крепи», «установка элементов постоянной крепи», «монтаж межрамных стяжек», «заполнение закрепного пространства». При этих и прочих операциях процесса вероятность травмирования от данного производственного фактора минимальна. При ведении очистных работ высока вероятность травмирования от этого же фактора при выполнении операций: «выемка или отбойка молотком», «крепление ниш», «выкладка охранного сооружения», «передвижка крепи сопряжения», «передвижка секции механизированной крепи», «извлечение-установка стоек крепи при передвижке лавного конвейера», «извлечение-установка ножек арочной крепи при передвижке конвейера», «погашение выработки вслед за лавой», «монтаж-демонтаж крепи усиления» и др.

Как видим, ввиду большой суммарной продолжительности выполнения операций, большого количества рабочих занятых на их выполнении, из-за разнородности этих операций и большого участка, вовлеченного в выполнение производственных процессов, вероятность возникновения аварийных ситуаций очень высока. Причем в этих случаях основными причинами травматизма являются нарушение дисциплины выполнения операций рабочими, их психоэмоциональное состояние, усталость, высокая физическая нагрузка. Такие факторы, как глуби-

на введения работ, выбросоопасность, угол падения пласта, обводненность, категория пород и угля по отбойности, уровень механизации работ и т. д. на все это имеет косвенное влияние, являясь, лишь, усугубляющими на условия работы факторами. От глубины работ, также как и от прочих факторов зависит принятая технологическая схема ведения горных работ, а, следовательно, сложность выполнения технологических процессов в целом, и операций, в частности.

Учет горно-геологических и горнотехнических факторов при прогнозировании травматизма, конечно, необходим, но, в первую очередь, в исследованиях рассматриваются условия труда подземных рабочих с точки зрения организации выполнения отдельных операций (под-операций) в рамках технологического процесса. И игнорирование данного факта не позволяет в достаточной мере разработать эффективные мероприятия по профилактике травматизма непосредственно на рабочих местах подземных рабочих.

#### **Выводы:**

В результате проведенного анализа травматизма и исследований в области охраны труда на угледобывающих предприятиях Украины установлено, что:

- к настоящему времени проведен достаточно большой объем исследований по изучению производственного травматизма в условиях подземной разработки месторождений угля;
- в качестве основных влияющих факторов на уровень травматизма принимается комплекс горно-геологических и горнотехнических условий (глубина ведения работ, мощность пласта, угол падения пласта, обводненность и другие), влияющих на условия труда и выбор технологической схемы ведения горных работ;
- недостаточно уделяется внимание изучению производственного травматизма на уровне выполнения конкретных операций в рамках определенного технологического процесса.

#### **Библиографический список**

1. Булат А.Ф. Методичне забезпечення визначення готовності систем «гірники – очисний комплекс» до підвищення безпеки вуглевидобутку / А.Ф. Булат, В.Г. Шевченко // Науковий вісник НГУ. – 2010. – №7-8. – С. 113-118.
2. Шевченко В.Г. К количественной оценке пределов биомеханических и психофизических возможностей горнорабочих в высоконагруженных лавах / В.Г. Шевченко, Ю.И. Кияшко // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. – 2010. – №1(25). – С. 112-127.
3. Ковшевний А.П. Формализм – основная причина производственного травматизма / А.П. Ковшевний, А.В. Васильев, В.Л. Шкригун // Уголь Украины. – 2002. – №6. – С. 29-32.
4. Фрумкин Р.А. Проблемы эффективности и безопасности ведения горных работ на угольных шахтах / Р.А. Фрумкин, Д.С. Чепурной // Збірник наукових праць ДонДТУ. – 2011. – Вип.35. – С. 60-66.
5. Брюханов А.М. Развитие нормативного обеспечения охраны труда в угольной промышленности Украины / А.М. Брюханов // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. – 2013. – №1(31). – С. 5-11.
6. Здановський В.Г. Порівняльний аналіз зводу практичних правил МОП і вітчизняних правил безпеки у вугільних шахтах / В.Г. Здановський // Проблеми охорони праці в Україні. – 2012. – №22. – С. 123-127.
7. Лесенко Г.Г. До питання оцінки ефективності функціонування системи управління охороною праці на підприємстві / Г.Г. Лесенко, О.В. Цибульська, С.В. Непогодьев // Проблеми охорони праці в Україні. – 2011. – №20. – С. 129-139.
8. Азаров С.И. Сравнительный анализ аварий и травматизма на шахтах Украины и России / С.И. Азаров, Г.А. Сорокин // Уголь Украины. – 2004. – №1. – С. 29-30.
9. Негрій С.Г. Поддержание выемочных выработок для обеспечения их эксплуатационного и безаварийного состояния / Негрій С.Г., Негрій Т.О., Курдюмов Д.М. // Вісті Донецького гірничого інституту. Донецьк, 2013, №1 (32), С.218-225.
10. Строяковский Л.М. Создание безопасной и эффективной технологии добычи угля / Л.М. Строяковский // Уголь Украины. – 2008. – №1. – С. 12-16.
11. Касьянов М.А. Визначення меж фізичного навантаження на людину за споживанням нею кисню / М.А. Касьянов, В.О. Медяник, О.О. Андріанова, І.В. Савченко // Сб.научн.тр.МакНІИ по безоп.работ в горн.пром-ти «Спос.и средст.созд.безоп.и здор. условий труда в угольн.шахтах». – Макеевка – Донбасс: МакНІИ, 2009. – Ч.1. – С. 162-170.
12. Єсипенко А.С. До питання дослідженості психологічних аспектів виробничого травматизму / А.С. Єсипенко // Проблеми охорони праці в Україні. – К.:ДУ «ННДІПБОП» - 2013. – Вип.26. – С. 55-66.
13. Кружилко О.Є. Побудова та дослідження математичної моделі коефіцієнта тяжкості виробничого травматизму на підприємствах вугільної промисловості / О.Є. Кружилко, К.Н. Ткачук, А.І. Полукаров // Проблеми охорони праці в Україні. – К.:ДУ «ННДІПБОП» - 2012. – Вип.22. – С. 27-31.
14. Давыдов А.В. Ранжирование идентифицированных опасных и вредных производственных факторов методом линейных матриц для работников основных профессий в условиях горных предприятий / А.В. Давыдов, А.М. Гольшев, Е.В. Пищикова // Проблеми охорони праці в Україні. – К.:ДУ «ННДІПБОП» - 2012. – Вип.23. – С. 48-56.

15. Кузьменко Н.С. Охрана труда и промышленная безопасность на шахтах Украины / Н.С. Кузьменко // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. – 2010. – №1(25). – С. 128-138.
16. Кашуба О.И. Анализ причин травматизма на шахтах Украины / О.И. Кашуба, Н.Б.Левкин, Е.А. Спиридонов, М.С. Ковчужный // Вестник НТУУ «КПИ». Серия «Горное дело» – 2008. – Вып.17 – С. 172-177.
17. Николин В.И. Охрана труда и человеческий фактор в угольной промышленности Украины / В.И. Николин, С.В. Подкопаев, В.П. Шенец [и др.] // Уголь Украины. – 2001. – №7. – С. 37-40.
18. Николин В.И. Анализ решений, обеспечивающих снижение травматизма на угольных шахтах / В.И. Николин, В.П. Овсянников, Н.В. Малеев // Уголь Украины. – 2005. – №4. – С. 27-29
19. Кривохижа Б.М. Разработка примерных инструкций по охране труда для работников подземных профессий / Б.М. Кривохижа, В.А. Сергеев, Н.Н. Корлюк, В.И. Мушенко // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. – 2011. – №1(27). – С. 143-148
20. Ивашин В.М. Как предотвратить аварийность на угольных шахтах Украины / В.М. Ивашин, Ю.В. Ивашин, Г.П. Штапаук // Науковий вісник НГУ. – 2009. – №8. – С. 32-36.
21. Тополов В.С. Охрана труда и человеческий фактор в угольной промышленности Украины / В.С. Тополов, В.М. Ивашин, А.А. Ануфриенко // Уголь Украины. – 2005. – №2. – С. 29-32.
22. Деревянский В.Ю. Логико - вероятностные основы ситуационного управления безопасностью шахтных производственных систем / В.Ю. Деревянский // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах. – 2010. – №2(26). – С. 144-157.

*Надійшла до редакції 26.12.2015*

**А.П. Долженков, Т.О. Негрій**

Донецький національний технічний університет, м. Красноармійськ, Україна

#### ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПІДЗЕМНИХ РОБОЧИХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Проведено аналіз виробничого травматизму на вугледобувних підприємствах України. Зроблено висновки про те, що до цього часу аналіз травматизму при веденні гірничих робіт проводився, в основному, на рівні робочих місць і окремих зон. Встановлено, що недостатньо уваги приділяється вивченню травматизму на рівні виконання конкретних виробничих операцій (підоперацій) в рамках певного технологічного процесу, в тому числі при веденні очисних і підготовчих робіт.

**Ключові слова:** виробничий травматизм, небезпечні і шкідливі виробничі чинники, технологічний процес, виробничі операції

**Dolzhenkov A. F., Negrey T.A.**

Donetsk National Technical University, Krasnoarmejsk

#### STUDY OF WORK SAFETY OF UNDERGROUND WORKERS COAL MINES

It was analysed the accident rates and researches in the field of occupational safety at Ukrainian coal mines .It was found the lack of attention which is paid to the study of accident rates in carrying out of specific operations.

**Key words:** productive traumatism, dangerous and harmful productive factors, technological process, productive operations.