УДК 614.87

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧНЫХ ПЛАТФОРМАХ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ

Лебедева Е.О., Матузова С.Ю.

ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, e-mail: leleol@mail.ru, s.matuzova@ yandex.ru

В статье приведен анализ условий труда рабочих добычных платформ Северных морей. Проведен анализ факторов и рисков, в наибольшей степени влияющих на безопасность человека в рассматриваемых условиях. Представлена схема влияния опасных и вредных факторов окружающей среды на работающего на морских добычных платформах Северных морей. Определено, что разрабатываемая на сегодняшний день специальная теплозащитная одежда не обеспечивет в достаточной степени защиту человека от влиянию рассмотренных в статье факторов. Выделены и сформулированы проблемы проектирования специальной теплозащитной одежды для работы на добычных платформах Северных морей в рамках системы «Человек-Одежда-Среда».

Ключевые слова: морская добычная платформа, экстремальное попадание в воду, индивидуальная безопасность. специальная теплозашитная одежда

## THE ANALYSIS OF WORKING CONDITIONS AND SECURITY PERSONAL PROTECTION ON OFFSHORE PLATFORMS

Lebedeva E.O., Matuzova S.J.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: leleol@mail.ru, s.matuzova@ yandex.ru

The article gives the analysis of working conditions of production north offshore platform workers. Factors and risks analysis, mainly influencing life safety in the considered conditions, has been carried out. A scheme of environmental hazards and harmful factors, influencing north offshore platform workers is shown. It is determined that a designed heat-protective clothing does not provide protection of life safety against influence of the factors, considered in the article. The design problems of special heat-protective clothing for north offshore platform workers are defined within the system «man-clothing-environment».

Keywords: offshore production platform, sudden immersion in water, personal safety, heat-protective clothing.

На территории шельфовой зоны Северных морей (Баренцева, Карского, Восточно-Сибирского, Чукотского) расположены уникальные месторождения газа и нефти. По данным Минприроды России, потенциал арктического шельфа в российском секторе составляет примерно 90 млрд. т условного топлива [1].

Разведка и добыча углеводородного сырья на побережье Северных морей, относящегося к особой климатической зоне, производятся в экстремальных природноклиматических условиях. Для этого района характерны наиболее суровые климатические условия: продолжительная суровая зима (8-9 месяцев на севере, 5-6 месяцев на юге), частые метели и бураны, большая скорость ветра (до 25 м/с), высокая относительная влажность воздуха (90%), насыщенная морской солью, морской лед, айсберги, шуга (скопления рыхлого губчатого льда в воде), обледенение (атмосферное, морское брызговое), вибрации, вызываемые льдами, местные атмосферные явления (такие как полярные области низкого атмосферного давления), туман, зимняя полярная ночь. Температура наиболее холодного месяца -40°C, температура наиболее теплого месяца +10°C [2, 3]. Суровый климат обусловливает низкую температуру океанических вод. В области распространения дрейфующих льдов в течение всего года температура поверхностного слоя вод близка к –2 °C. Разведка и добыча углеводородного сырья в шельфовой зоне Северных морей осложнена так же большой удаленностью от материка (почти 600 км), значительными глубинами моря (300-320 м), большими приливами, частыми штормами, дрейфующими льдами.

При разработке нефтегазоносных месторождений шельфа в акватории Северных морей, кроме климатических, существенное влияние на условия труда, оказывают опасные и вредные факторы производственной среды: интенсивный производственный шум, общая и локальная вибрация, недостаточное освещение, загрязнение рабочей

зоны опасными химреагентами (реагенты-добавки в буровые растворы, реагенты для увеличения производительности скважин, реагенты для ограничения водопритоков в скважины и т.д.) и газами [3]. Нередко нефть и газ в скважинах находятся под большим давлением, что создает угрозу взрывных выбросов и пожаров.

Таким образом, совокупное воздействие климатических и производственных факторов увеличивает частоту возникновения несчастных случаев и серьезность их последствий. Несмотря на использование современного оборудования и новейших технологий, работа на морских добычных платформах Северных морей остается одной из самых тяжелых и опасных. Обслуживание и ремонт нефтяных морских платформ осуществляют множество рабочих различных специальностей: бурильщиков, монтажников, сварщиков, электриков, машинистов. Следует отметить, что большая часть работ проводится на открытой территории платформы. Обеспечить безопасность человека на объектах нефтегазового производства на море гораздо сложнее, чем на суше. В случае возникновения чрезвычайной ситуации на суше человек имеет возможность покинуть аварийный объект, на континентальном шельфе такой возможности нет.

При аварийной ситуации на нефтяных платформах существует риск попадания человека в воду. Такая ситуация представляет дополнительный риск для жизни и здоровья работников нефтегазодобычных платформ и, соответственно, создаёт предпосылки для разработки мероприятий для защиты человека в рассматриваемой ситуации. Одной из мер снижения риска с целью обеспечения безопасных условий труда является использование специальной одежды. Индивидуальная безопасность человека во многом зависит от свойств специальной одежды. В случае возникновения чрезвычайной ситуации особенно важны защитные функции специальной одежды. В настоящее время персонал морских нефтегазодобычных платформ использует традиционную специальную одежду, которая не обеспечивает необходимый уровень защиты человека в рассматриваемых природно-производственных условиях. При экстремальном попадании в холодную воду, возникает серьезная угроза здоровью и жизни человека - одежда намокает, увеличивается её вес и теплопроводность. Таким образом, специальная защитная одежда, применяемая рабочими добычных платформ в условиях Арктического шельфа, должна способствовать увеличению продолжительности времени пребывания в холодной воде и уменьшению риска для здоровья и жизни человека.

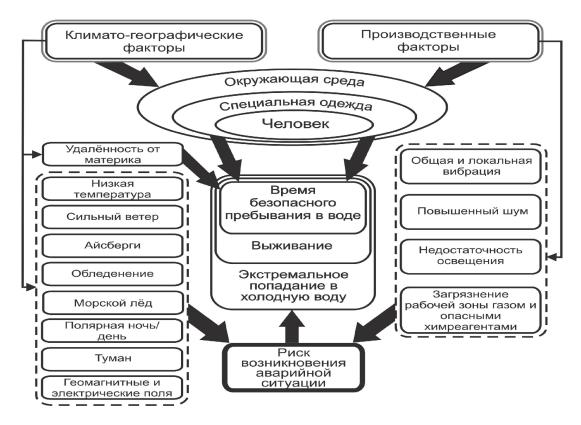
Мы провели анализ наиболее крупных аварий и их последствий на буровых судах и платформах различного типа, произошедших в Северных морях [4, 5]. В апреле 1983 года в штормовых условиях произошло разрушение опор платформы «Alexander Kielland», с последующим взрывом и пожаром. Погибло 123 человека. В июле 1988 года на производственной палубе платформы «Piper Alpha» произошел ряд взрывов, от пожара и переохлаждения в воде погибло 167 человек. В мае 2008 года на нефтедобывающей платформе «Statfjord А» произошла утечка нефти. Были эвакуированы 156 человек. В июне 2008 года на норвежской нефтедобывающей платформе «Oseberg А» произошел пожар, эвакуировано 311 нефтяников. В августе 2008 года на нефтедобывающей платформе «Heather Alpha» произошла утечка нефти, с платформы были эвакуированы 56 человек. В декабре 2011 года буровая платформа «Кольская», буксировавшаяся с Камчатки на Сахалин, перевернулась в штормовых условиях при высоте волн 5-6 метров и температуре воды 0 °C в 200 километрах от Сахалина. Установка полностью ушла под воду. Из 67 членов экипажа и пассажиров, находившихся на борту, спасены только 14. В апреле 2011 года на норвежской нефтяной платформе «Visund» компании Statoil обнаружена утечка газа. На вертолетах было вывезено 63 человека.

Последствия несчастных случаев (гибель персонала), усугубляются также вследствие сложности осуществления спасательных операций – арктических условий и значительной удалённости морских платформ от берега. Таким образом, взаимосвязь рассматриваемых негативных факторов и их влияние на безопасность человека, работающего на морских нефтегазодобычных платформах Северных морей, можно представить в виде схемы изображённой на рис. 1.

Возникновение острого охлаждения в воде существенно отличается по сравнению с поражением холодом на суше. В большинстве случаев, время безопасного

пребывания людей, оказавшихся в холодной воде, будет ограничено скоростью охлаждения организма. Поскольку теплопроводность воды в 25-26 раз больше, чем у воздуха, в воде человек теряет значительно больше тепла, чем в воздушной среде такой же температуры [6]. Так, при пребывании в воде, температура которой +20 °C, человек теряет тепла в 4-5 раз больше, при температуре воды +12 °C – в 15 раз больше, а при температуре воды 0-1 °C – в 25 раз боль-

ше, чем при такой же температуре воздуха. Таким образом, по сравнению с охлаждением в воздушной среде, время возможного смертельного охлаждения в воде такой же температуры, сокращается в 10–20 раз. При внезапном попадании человека в холодную воду, в первые минуты, существует вероятность возникновения холодового шока, приводящего к неизбежной смерти, что так же не наблюдается при охлаждении на суше [7].



Puc. 1. Схема влияния опасных и вредных факторов окружающей среды на работающего на морских нефтегазодобычных платформах Северных морей

Данные американских исследователей [8], представленные графиком на рисунке 2, дают возможность проанализировать прогнозируемое время охлаждения температуры ядра тела человека до 34°С в зависимости от температуры воды. Расчёты произведены для водонепроницаемых костюмов, предусмотренных Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море (СОЛАС-74). Четыре кривые на графике представляют четыре степени те-

плоизоляции водонепроницаемой одежды. Данные графика показывают, что при температуре воды 0°С использование водонепроницаемого костюма с теплоизоляцией 0,70 clo (0,109 м²·°С·Вт¹) увеличивает в 2 раза прогнозируемое время выживания по сравнению с водонепроницаемым костюмом, имеющем теплоизоляцию 0,06 clo (0,009 м²·°С·Вт¹). Температурный интервал 0-5°С на графике соответствует температуре воды зоны Северных морей.

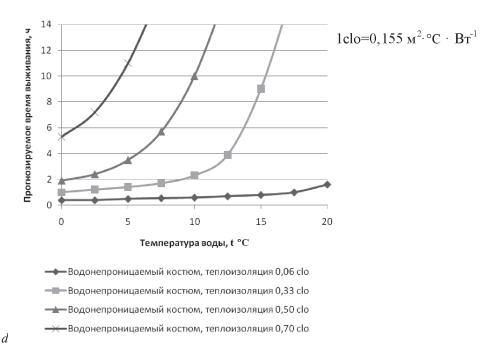


Рис. 2. Прогнозируемое время выживания человека в водонепроницаемой одежде с различной теплоизоляцией в зависимости от температуры воды

Были рассмотрены случаи аварий и кораблекрушений [7, 9], когда потерпевшие находились в обычной одежде. Анализ обстоятельств кораблекрушений, произошедших при суровых гидрометеорологических условиях (шторм, низкие температуры воды и воздуха), показал, что, как правило, никого спасти не удалось, даже в тех условиях, когда организация спасения начиналась спустя всего лишь 4 ч с момента аварии. Следует подчеркнуть, что в рассматриваемых случаях одежда была промокаемой, что характерно для традиционной специальной одежды, используемой в настоящее время на морских платформах. Даже в тех случаях, когда люди были тепло одеты и находились на коллективных спасательных средствах, одежда быстро пропитывалась водой и терпящие бедствие вскоре начинали мерзнуть. Мокрая одежда в значительной мере теряет свои теплоизоляционные свойства. Известно, что теплоизоляционные свойства одежды во многом зависят от заключённого в них «инертного воздуха». В мокрой одежде вода вытесняет «инертный воздух», заключённый в слоях одежды, что приводит к увеличению теплопроводности и, следовательно, к потерям тепла человеком. В воде теплоотдача происходит в основном радиацией и конвекцией. Слой воды, находящийся у тела человека, будет постоянно вытесняться более холодной водой, из-за её высокой теплоёмкости [7]. Реакцией организма человека на охлаждение будет уменьшение теплоотдачи и увеличение теплообразования. Компенсировать теплопотери в холодной воде путем усиления теплопродукции почти невозможно, и охлаждение будет неизбежным, так как эффективность механизма терморегуляции при сильном охлаждении уменьшается.

Очевидно, что основной причиной смерти людей в холодной воде является переохлаждение, или острая гипотермия, которая определяется как быстрое охлаждение, сопровождающееся устойчивым понижением температуры тела [6]. Скорость этого процесса зависит в наибольшей степени от температуры воды. Следует отметить, что определенное значение имеет физическое состояние человека, его индивидуальная устойчивость к низким температурам, толщина подкожно-жирового слоя. В таком случае использование специальной одежды с заданными защитными свойствами будет единственным барьером между потенциальной опасностью и несчастным случаем.

В настоящее время предложено достаточно разработок в проектировании специальной одежды, эффективно защищающей от переохлаждения в тяжелых гидрометеорологических условиях и при погружении в холодную воду. Разрабатываемые на сегодняшний день способы повышения

теплоизоляционных свойств спецодежды (гидрокостюмы сухого и мокрого типа, гидрофобизированное белье, обогрев областей тела различными источниками тепла) имеют ограниченное применение у персонала в нефтегазовом производстве. Как правило, такую спецодежду применяет узкий круг морских специалистов - водолазы, моряки, спасатели, спортсмены, занимающиеся водными видами спорта. Необходимо учитывать, что в морских условиях Северных морей, рабочие добычных платформ используют специальную одежду и другие средства индивидуальной защиты, разработанные согласно требованиям безопасности в нефтегазовом производстве. Кроме основной - теплозащитной функции, данная специальная одежда обеспечивает комплексную защиту от воздействия нефтепродуктов и сырой нефти, антистатическую и огнезащиту в условиях взрывоопасного производства. Поэтому, при экстремальном попадании в воду, традиционная специальная теплозащитная одежда не в состоянии обеспечить человеку безопасное пребывание в воде, а только может усугубить его положение.

Создание теплозащитной спецодежды с точки зрения морских условий Северных морей, является сложной задачей, так как одежда должна удовлетворять комплексу требований, часто не совместимых друг с другом. При ведении морской добычи нефти и газа в арктических условиях высока вероятность возникновения аварийных ситуаций, следствием которых может быть попадание человека в воду. Чтобы снизить риск для жизни и здоровья человека в результате несчастных случаев, особое значе-

ние приобретает задача разработки и проектирования новых видов специальной одежды для работы на морских нефтегазодобычных платформах Северных морей, которая должна отвечать реальным условиям эксплуатации, а в случае экстремального попадания в холодную воду гарантировать защитный эффект и продлить время безопасного пребывания человека в воде.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Цуневский А.Я. Арктический шельф будущее нефтедобычи России // Энергетическая политика. 2008 № 1. URL: http://www.wecc.ru/doci/articles/Tsunevsky.01.08.pdf (дата обращения: 18.04.2013).
- 2. Колесников П.А. Теплозащитные свойства одежды М.: Лёгкая индустрия, 1971.-345 с.
- 3. Российско-Норвежский проект «БАРЕНЦ-2020»: оценка международных стандартов для безопасности разведки, добычи и транспортировки нефти и газа в Баренцевом море: [Электронный ресурс] URL: http://tksneftegaz.ru/fileadmin/ru/documents/barenc\_2020/Barents-2020\_otchet\_rus.pdf (дата обращения: 18.04.2013).
- 4. Аварийность на морских нефтегазовых объектах / М.В. Лисанов [и др.] // Oil and Gas Journal Russia 2010. № 5 (39). С. 48 53.
- 5. Анализ катастроф на морских нефтедобывающих платформах: [Электронный ресурс]. URL: http://www.ano-rtg.ru/analiz\_katastrof/analis.htm (дата обращения: 25.02.2013).
- 6. Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода.: перевод с анг. Н.А. Краскиной. М.: Издательство иностранной литературы, 1957. 333 с.
- 7. Клинцевич Г.Н. Выживаемость терпящих бедствие на море: [Электронный ресурс]. 1977. URL: http://parusa.narod.ru/bib/books/klinz/klinz05.htm (дата обращения: 18.04.2013).
- 8. Goldman R. F., Kampmann B. Handbook on clothing: Biomedical Effects of Military Clothing and Equipment Systems. 2007. URL: http://www.environmentalergonomics.org/Handbook (дата обращения: 25.02.2013).
- 9. Tipton M.J., Brooks C.J. The Dangers of Sudden Immersion in Cold Water: //University of Portsmouth United Kingdom & Survival Systems Ltd. 2008. URL: http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/AG/RTO-AG-HFM-152/AG-HFM-152-03.pdf (дата обращения: 25.02.2013).