

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **ВЕСТНИК КазНУ**

**VESTNIK KazNRTU** \_\_\_\_\_

**№ 1 (131)**

ЛИТЕРАТУРА

- [1] И.М. Неклюдов, Г.Д. Толстолуцкая. Гелий и водород в конструкционных материалах // ВАНТ: Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. - 2003. - № 3(83). - С.3-14.
- [2] В.С. Карасев, В.Г. Ковыршин. Термодесорбция имплантированного гелия из аустенитных сталей типа 16-15 // Атомная энергия. - 1983. - Т.55. - В.6. - С. 362-366.
- [3] В.Ф. Рыбалко, В.В. Ружицкий, С.М. Хазан, Г.П. Ковтун. Термодесорбция ионно-имплантированного гелия из Fe и Cr // ВАНТ: Серия Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. - 1990. - № 1(52). - С. 54-58.
- [4] K. Ono, K. Arakawa, H. Shibasaki, et al. Release of helium from irradiation damage in Fe-9Cr ferritic alloy // J.Nucl. Mater. - 2004, V. 329-333. - P. 933-937.
- [5] А.С. Кальченко, В.В. Брык, В.Н. Воеводин, Н.П. Лазарев. Моделирование набухания стали X18N10T в имитационных и реакторных условиях // ВАНТ: Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. - 2003. - № 3(83). - P.3-14.
- [6] T.I. Aksenova, I.V. Khromushin, Zh.R. Zhotabaev. Thermodesorption study of barium and strontium cerates // Solid State Ionics. - 2003. - V. 162-163. - P. 31-36.

Кислицин С.Б., Диков А.С., Хромушин И.В., Ларионов А.С., Акаев С.О.

**Гелий ортада төмен энергетикалық альфа бөлшектерімен имплантацияланған аустениттік конструкциялық болаттың нейтрондардың сәулелену гелий жинақтауын салыстырмалы зерттеу**

**Түйіндеме.** Альфа-бөлшектерімен имплантацияланып, гелий атмосферасындағы нейтрондармен сәулелендірілген 12X18N10T болатта гелий жиналуын салыстырмалы зерттеу нәтижелері келтірілген. Нейтронды сәулелену кезінде гелий кеуектілігі қалыптаспай болаттың беткі қабатында сақталады деп анықталды. Гелийді имплантациялау гелий кеуектерінің нуклеациясына әкеледі, ол сәулелендірілген беткі қабатының қабынуы мен пиллингінде көрінеді.

**Түйін сөздер:** болат 12X18N10T, термодесорбциялық спектроскопия, гелий, нейтронды сәулелену, альфа-бөлшек

Kislitsin S.B., Dikov A.S., Khromushin I.V., Larionov A.S., Akayev S.O.

**Influence of test temperature on the fracture mechanism of beryllium oxide**

**Summary.** The results of relative study of the helium accumulation in steel C12Cr18Ni10Ti implanted with alpha particles and irradiated with neutrons in helium atmosphere are presented. It has been established that during neutron irradiation, helium is accumulated in the surface layers of steel without forming helium porosity. The implantation of helium leads to the nucleation of helium pores, which manifests itself in blistering and flaking of the irradiated surface.

**Key words:** steel C0.12Cr18Ni10Ti, thermodesorption spectroscopy, helium, neutron irradiation, alpha particle.

УДК 532.517.4

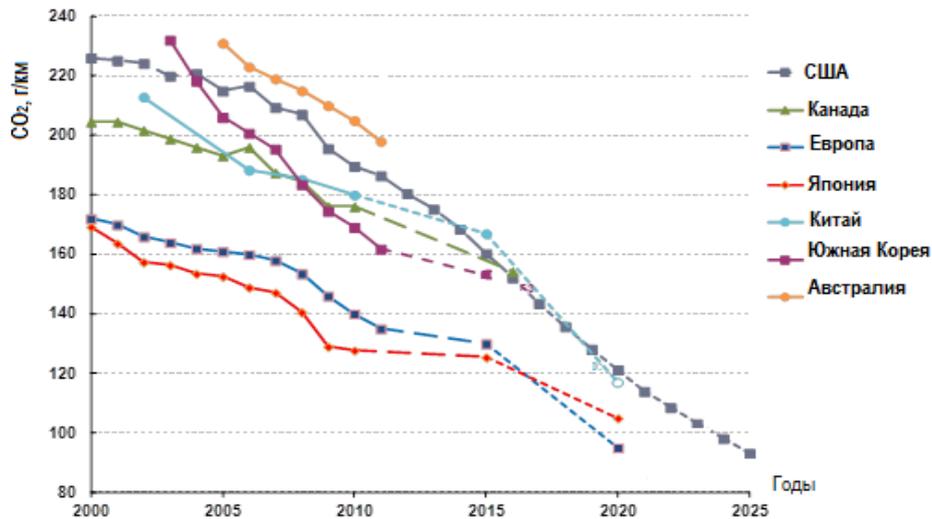
**Ш.С. Оспанова, И.Э. Березовская, А.З. Нурмуханова, А.О. Нұғыманова, Л. Карымсакова**  
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан)

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ РАСПЫЛА ЖИДКОЙ СТРУИ ПРИ ВЫСОКОЙ  
ТУРБУЛЕНТНОСТИ**

**Аннотация.** В данной работе рассматриваются процессы распада, дисперсии, испарения и горения капель жидкого топлива при высокой турбулентности. В работе описаны основные характеристики и методы распыла жидких топлив, приведены виды специальных устройств, используемые в инжекторных системах подачи топлива. Также приведены статистические данные о выбросах вредных веществ в атмосферу и пути их снижения.

**Ключевые слова:** распыл, струя жидкости, выбросы вредных веществ, распад, двигатели внутреннего сгорания.

Положения о выбросах загрязняющих веществ с течением времени становятся все жестче, например, до 2025 года вследствие установленных по всему миру основных правил планируется снизить выброс углекислого газа CO<sub>2</sub> от легковых автомобилей до порядка 100 мг/км (рисунок 1 [1-3]). Хотя углекислый газ не является токсичным газом, все же он представляет опасность для окружающей среды из-за возникающего парникового эффекта. Ежегодный выброс углекислого газа, по оценкам [4-6], составляет около 30 млрд. тонн вследствие различных видов человеческой деятельности во всем мире. Концентрация углекислого газа от всех источников с 1750 года возросла на 31%.



**Рис. 1.** Стандарты выбросов углекислого газа CO<sub>2</sub>

На современном этапе развития энергетики проблемы экологии приобретают приоритетное значение. Известно, что Интернациональным энергетическим агентством (IEA) поставлена задача к 2050 году использовать в качестве энергоносителя до 80% возобновляемые источники энергии и вдвое сократить выброс в атмосферу углекислого газа CO<sub>2</sub> как показателя эмиссии вредных веществ [7]. Поэтому совершенствование систем и устройств для сжигания различных видов топлива направлено на повышение КПД и как следствие на снижение эмиссии вредных веществ в атмосферу. Достигается это в том числе путём усовершенствования горелок для сжигания таких видов топлива как газ и жидкое топливо, а во-вторых, за счёт интенсификации теплообмена в энергетических установках.

В связи с этим многие зарубежные фирмы на основе экспериментальных исследований разрабатывают горелки для сжигания топлива с пониженной эмиссией оксидов азота NO<sub>x</sub> и окиси углерода CO. В частности в г. Эссене в Институте «Gaswarme Institut e.v. Essen» была выполнена подобная работа, которая позволила дать рекомендации для существенного снижения эмиссии азотистых веществ N<sub>2</sub> при сжигании различных видов топлива [8]. Экспериментально было установлено, что в топочном пространстве образуется зона интенсивной рециркуляции горячего газа, поступающего из сопла с топливом, что позволяет повысить температуру его горения до максимальной.

В результате за счёт оптимальной конструкции топки, обеспечивающей эффективное перемешивание воздуха с горючими газами и повышение температуры горения с помощью таких диффузионных горелок с пламенем под девизом «Blauer Engel» - «голубой ангел» удаётся резко снизить эмиссию оксидов азота NO<sub>x</sub> в атмосферу. В связи с энергетическим кризисом ряд исследователей Университета в г. Бохуме «Ruhr-University Bochum» и Института «Gaswarme-Institut» в г. Эссене подчёркивают, что низкокалорийные виды топлива не потеряют своего значения, поскольку техника их сжигания всё время совершенствуется [9].

Правила экологического стандарта Евро 5, регулирующего содержание вредных веществ в выхлопных газах вступил в силу 1 сентября 2009 года и были применены ко всем новым автомобилям с 1 января 2011 года. Стандарт Евро 6, правила которого более жесткие по сравнению с предыдущим, действует с 1 сентября 2014 года и будет применяться ко всем новым средствам передвижения с 1 января 2015 года. Поэтому в свете этих правил необходимо улучшение качества двигателей внутреннего сгорания, которые в свою очередь контролируются системой впрыска жидкого топлива.

В связи со сказанным выше особое значение и **актуальность** приобретает интенсификация производства, снижение материалоемкости оборудования, экономное расходование топлива, охрана окружающей среды. Весьма важной является задача создания научных основ интенсивных технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование топлива и его отходов, исключая вредное воздействие производства на биосферу. Новая стратегия охраны природы и энергосбережения предполагает выбор наиболее эффективных достижений научно-технического прогресса. Среди них особо выделяются три основные группы мероприятий: утилизационные, энергетической модернизации, интенсивного энергосбережения.

Распыл струи жидкости имеет широкое практическое применение во многих системах подачи топлива, а также в камерах сгорания современных авиационных двигателей. Подобный тип радиальной подачи в поперечный поток улучшает характеристики распыления топлива, испарения образующегося впрыска и используется в богатых камерах сгорания, а также в камерах с быстрой подготовкой обедненных смесей или с предварительным смешением и испарением топливно-воздушной смеси. Данная задача широко применяется для изучения процесса распада струи жидкости на капли [10].

Детальное экспериментальное исследование процесса распыливания на реальных форсунках затруднено ввиду широкого диапазона размеров частиц и плотности «засеивания» потока воздуха частицами жидкости. Наиболее приемлемым является численное моделирование, которое в общем случае включает моделирование распада струй и пленок жидкости на сгустки, вторичного дробления сгустков на капли и дальнейшего переноса капель потоком воздуха. Оработка методики расчета процесса формирования и дробления топливной пленки при распыливании является первоочередной задачей при расчете движения частиц. При этом в прикладных задачах, несмотря на постоянно совершенствующиеся вычислительные ресурсы, основной проблемой при выполнении расчетов распыла является необходимость обеспечения требуемой степени дискретизации расчетных областей ввиду широкого диапазона пространственных масштабов, на которых происходит распыл.

В современных двигателях внутреннего сгорания используются высокотехнологичные топливные инжекторы, поставляющие топливо в двигатель наиболее эффективным способом. Существуют различные типы систем впрыска топлива в зависимости от вида двигателя. Наиболее часто используются двигатели с искровым зажиганием (SI), двигатели с портом впрыска (PFI или GDI) и двигатели с прямым впрыском (DI). В двигателях с искровым зажиганием давление впрыска варьируется от 2 до 3 бар, а в двигателях с прямым впрыском от 100 до 200 баров. Дизельные двигатели с прямым впрыском работают при гораздо более высоких значениях давления, эти значения около 10 или более раз больше чем в двигателях с искровым зажиганием. Системы впрыска обычно контролируются электронным путем, так как открытие и закрытие форсунки должно проходить быстро, что уменьшает потери топлива.

В случае бензиновых двигателей увеличивается производство двигателей прямого впрыска бензина (GDI). На Рисунке 2 показано увеличение производства двигателей GDI и устойчивое падение производства двигателей, имеющих порты впрыска топлива (PFI). В двигателях с непосредственным впрыском бензина (GDI), также называемые как двигатели DISI, топливо впрыскивается непосредственно в цилиндр во время такта впуска или сжатия двигателя. Топливо впрыскивается в двигатель в соответствии с условиями нагрузки двигателя. В условиях высокой оперативной нагрузки топливо впрыскивается во время такта впуска и двигатель работает как однородно-заряженный стехиометрический двигатель с искровым зажиганием. Двигатели GDI на 15% эффективнее расходуют топливо, чем PFI двигатели из-за снижения потерь в насосах, тепловых потерь и из-за высокой степени сжатия в GDI по отношению к PFI [11-13].

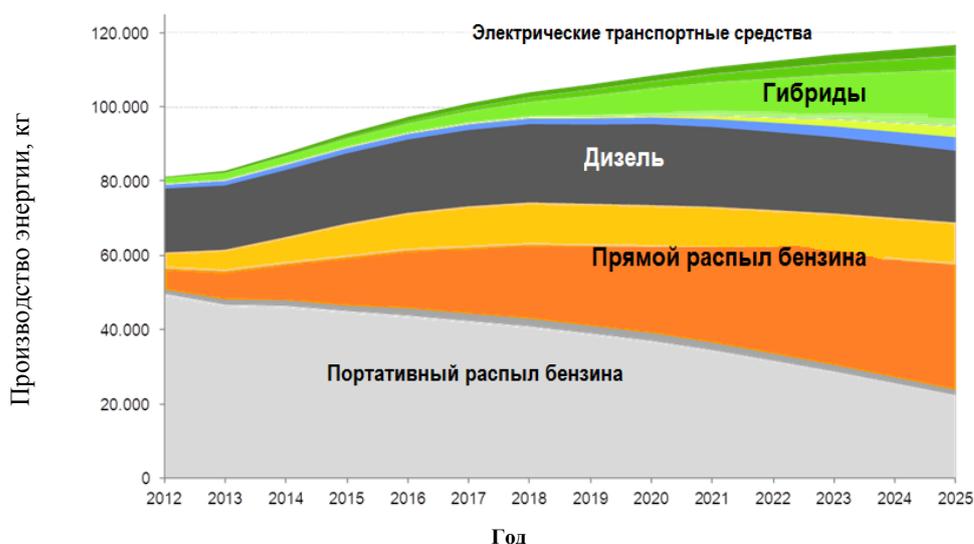


Рис. 2. Статистика мирового производства двигателей внутреннего сгорания [12]

В GDI двигателях топливо впрыскивается непосредственно из нескольких отверстий форсунок при давлении 200 бар. Структура впрысков из множества отверстий из GDI двигателя состоит из сочетаний жидких связок и капель различного размера и они зависят от давления впрыска. Когда жидкость впрыскивается, в двигателе создаются впрыски виде колец. Обычно жидкие связки формируются на входе в непосредственной близости от сопла инжектора и связки разрываются на капли вниз по течению из-за взаимодействия с воздухом, который способствует росту неустойчивости на поверхности жидкости. Распад капель продолжается далее по течению, которое способствует испарению (Рисунок 3).



1 – игла, 2 – клапан, 3 – корпус инжектора, 4 – привод топлива, 5 – электрический разъем, 6 – силовой привод, 7 - сопло

**Рис. 3.** Вид поперечного сечения двигателя прямого впрыска бензина (GDI)

Форсунки со множеством отверстий, как правило, имеют очень сложный характер из-за явления под названием взаимодействие струя-на-струю и кавитации внутри сопла инжектора. Взаимодействия струя-на-струю наблюдаются при высоких нагрузках, в которых высокая концентрация паров топлива увеличивают это взаимодействие. Такое поведение впрысков из множества отверстий можно заметить при проведении экспериментов, но из-за высокой плотности факела распыла это явление невозможно различить через густое и большое скопление капель [13].

На протяжении многих лет численные методы моделирования непрерывно улучшались с увеличением их использования. В виду многочисленных видов вычислительных ресурсов численное моделирование, как правило, соответствует заданной степени точности и качества результатов.

В течение последних лет непрерывно продолжался процесс совершенствования камер сгорания. Тот факт, что многие камеры сгорания авиационных двигателей, находящиеся сейчас в эксплуатации, сходны по размерам, форме и общему виду с теми, которые разрабатывались ранее, не говорит о достаточном прогрессе в этой области. Например, при проектировании двигателей боевых летательных аппаратов с момента использования газотурбинных двигателей в авиации проблема выброса загрязняющих веществ в атмосферу, практически, не рассматривалась. Это связано, прежде всего, с тем, что при проектировании данного типа двигателей в первую очередь ставились задачи получения максимального значения тяги, широкого диапазона высот и скоростей полета, надежности высотного запуска и обеспечения необходимых тактико-технических данных для данного типа летательных аппаратов.

В настоящее время проблема вредных выбросов двигателей самолетов приобретает важное значение. При современном уровне развития технологий газоанализа время, необходимое для определения химического состава газа, значительно уменьшилось. Так, например, при полете на больших высотах за самолетом остается спутный след, концентрация продуктов сгорания в котором в несколько раз превышает нормальную атмосферную. Некоторые из продуктов сгорания обладают способностью вступать в реакцию с кислородом воздуха, а на больших высотах - и с атмосферным озоном, речь идет, в первую очередь, о таком компоненте, как окислы азота ( $\text{NO}_x$ ).

Одним из основных требований, предъявляемых к фронтальным устройствам камер сгорания авиационных двигателей, является обеспечение стабилизации пламени в широком диапазоне изменения режимов работы двигателя. Однако, как известно, сжигание гомогенной смеси характеризуется более узким диапазоном устойчивого горения, чем для гетерогенной смеси, что вызывает трудности при обеспечении требуемых взрывных характеристик камеры сгорания. Для того чтобы выделить наиболее существенные закономерности, определяющие стабилизацию горения, а следовательно расположение

зон с максимальной концентрацией вредных веществ, необходимо проводить исследования в более упрощенных аэродинамических условиях [14].

Исследование процессов течения и влияния параметров горелки на процесс образования вредных веществ и положение зон с максимальной концентрацией вредных веществ, представляется целесообразным производить на горелках, установленных в свободном пространстве, в отличие от установки горелки в камере сгорания. Существенным вопросом является изучение структуры горения за горелкой, так как оно оказывает определяющее влияние на процесс стабилизации пламени, а следовательно и на процесс формирования зон максимальной концентрации вредных веществ.

В настоящее время при создании высокотемпературных и малотоксичных камер сгорания большое внимание уделяется новым типам фронтных устройств, обеспечивающих высокоэффективное сжигание топлива при минимальном выбросе вредных веществ в продуктах сгорания. Известно, что для повышения интенсивности и полноты выгорания топлива, снижения нагарообразования, токсичности выхлопных газов и улучшения других рабочих характеристик камеры сгорания целесообразна гомогенизация топливоздушная смеси и значительное ее обеднение [15].

Наиболее перспективными с точки зрения использования в авиационных двигателях и имеющие широкое распространение являются фронтные устройства с вихревыми горелками, в которых осуществляется как подготовка смеси, так и организация процесса стабилизации пламени за ними. Наличие предварительной подготовки смеси и сжигание ее в условиях повышенной турбулентности закрученных струй приводит к уменьшению дымления камеры сгорания ниже границы видимости, а также существенному снижению содержания других вредных веществ в продуктах сгорания.

Горение представляет собой процесс быстрого и полного окисления горючего вещества, происходящий при высокой температуре и сопровождающийся выделением тепла. Полное сгорание топлива возможно только при наличии достаточном количестве кислорода. В горении участвуют окисляемое вещество, называемое топливом, и окислитель - вещество, содержащее кислород, способный достаточно быстро вступать в реакцию с топливом. В топках котельных установок используют только самый распространенный в природе окислитель — атмосферный воздух, 21% по объему или 23,2% по массе которого составляет кислород.

Воспламенение топлива происходит лишь тогда, когда температура его достигает определенной величины. Каждое топливо имеет свою температуру воспламенения. У твердых топлив она зависит от выхода летучих: чем больше выход летучих, тем меньше температура воспламенения топлива. Температура, при которой топливо начинает гореть, называется температурой воспламенения топлива. Для торфа она примерно 250, для дров — 300, каменного угля — 350, бурого угля — 400, антрацита — 500, жидкого топлива - 500-600, газа - 600°C [16, 17].

Горение факела распыленного жидкого топлива определяется в основном горением отдельных капель. Горение капли происходит только в газовой фазе. Горению предшествует прогрев капли и испарение топлива, смешение паров топлива с окислителем, прогрев горючей смеси до температуры воспламенения и собственно горение смеси. Установившееся горение характеризуется двумя взаимосвязанными процессами: испарением горючего за счет теплоты, получаемой от пламени, и горением смеси воздуха и паров топлива на некотором расстоянии от поверхности капли; при этом скорость испарения и скорость горения смеси одинаковы. Иначе, скорость горения жидкой капли понимается как скорость исчезновения жидкой фазы или как скорость испарения. На процесс испарения капли влияют различные факторы: свойства топлива, температура газа, окружающего каплю, диаметр капли [18].

В настоящее время существует два подхода к описанию горения единичной капли топлива: с использованием диффузионной теории горения и по диффузионной теории горения с учетом кинетических факторов. Различие этих двух подходов к анализу горения капли заключается в следующем. Диффузионная теория предполагает, что время выгорания капли и характеристики процесса определяются диффузионным переносом паров топлива и кислорода к месту горения. При втором подходе дополнительное учитывается кинетическое сопротивление горению. При малых диаметрах капель и малых числах Рейнольдса горение капли описывается чисто диффузионной теорией [19].

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Seibel C., Gartung K., Arndt S., Weigand B. Detailed analysis of spray structure and air entrainment in GDI sprays using a tomographic approach // ASME Journal of Turbomachinery. - 2014. - Vol. 136. – P. 1-9.

[2] Sabel'nikov V., Ovsyannikov A., Gorokhovski M. Modified level set equation for gas-liquid interfaces and its numerical solution // Proceedings of 6th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS). – Vienna, 2012. – P. 5597-5611.

- [3] Boraiko C., Beardsley T., Wright E. Accident Investigations: one element of an effective safety culture // Professional Safety. – 2008. - Vol. 53, №9. - P. 26-30.
- [4] Clarke S. Safety climate in an automobile manufacturing plant: The effects of work environment, job communication and safety attitudes on accidents and unsafe behavior // Personnel Review. – 2004. - Vol. 35, №4. – P. 413-430.
- [5] Dawal S.Z., Taha Z. The effects of job organizational factors on job satisfaction in two automotive industries in Malaysia // Journal of Human Ergo logy. – 2007. - Vol. 36, № 2. – P. 63-68.
- [6] Dietl H., Royer S., Stratmann U. Value creation architectures and competitive advantage: lessons from the European automotive industry // California Management Review. – 2009. - Vol. 51, №3. - P. 24-48.
- [7] Donnelly T., Mellahi K., Morris D. The European automobile industry: Escape from parochialism // European Business Review. – 2002. - Vol. 14, № 1. – P. 30-39.
- [8] Liang-Hung L., Iuan-Yuan L. Product quality as a determinant of product innovation: an empirical analysis of the global automotive industry // Total Quality Management and Business Excellence. – 2006. - Vol.17, №2. – P. 141-147.
- [9] Mayer D.O. Greenhouse gas emissions and the social responsibility of automakers // Business and Society Review. – 2000. - Vol. 105, №3. – P. 347-361.
- [10] Oh J., Rhee S.K. Influences of supplier capabilities and collaboration in new car development on competitive advantage of carmakers // Management Decision. – 2010. - Vol.48, №5. – P. 756-774.
- [11] Askarova A., Bolegenova S., Gabitova Z., Bekmukhamet A., Ospanova Sh., Beketaeva M., Ergalieva A. Thermal characteristics at combustion of solid pulverized coal fuel in the furnace chamber of TPP // Materials of the IV International research and practice conference «Science, Technology and Higher Education». – Westwood, Canada, 2014. – P. 323-329.
- [12] Renard L. The automobile manufacturers' global competitiveness and dimension effects: Differentiation and cost advantages reconciled // International Journal of Automotive Technology and Management. – 2002. - Vol. 2, №3 (4). – P. 280-288.
- [13] Askarova A., Bolegenova S., Bekmukhamet A., Ospanova Sh., Gabitova Z. Using 3D modeling technology for investigation of conventional combustion mode of BKZ-420-140-7C combustion chamber // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2014. - Vol.1, №9. – P. 24-28.
- [14] Richardson M., Danford A., Stewart P., Pulignano V. Employee participation and involvement: Experiences of aerospace and automobile workers in the UK and Italy // European Journal of Industrial Relations. – 2006. - Vol.16, №1. – P. 21-37.
- [15] Sako M. The nature and impact of employee «voice» in the European car components industry // Human Resource Management Journal. – 1998. – Vol. 8, №2. – P. 5-13.
- [16] Olivier J., Janssens-Maenhout G., Peters J. Trends in global CO<sub>2</sub> emissions. – Netherlands: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2012. – 40 p.
- [17] Dadach Z.E. Cost Effective Strategies to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions in the UAE: A Literature Review // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2013. – Vol. 2(4). – P. 1-9.
- [18] Smith M., Crotty J. Environmental regulation and innovation driving ecological designing the UK automotive industry // Business Strategy and the Environment. – 2008. - Vol.17, №6. – P. 341-349.
- [19] A. Askarova, S. Bolegenova, Bolegenova Symbat, I. Berezovskaya, Zh., Ospanova Sh., Shortanbayeva, A. Maksutkhanova, G. Mukasheva and A. Ergalieva Numerical Simulation of the Oxidant's Temperature and Influence on the Liquid Fuel Combustion Processes at High Pressures // Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2015. - Vol. 10, №4. - P. 90-95.

Оспанова Ш.С., Березовская И.Э., Нурмуханова А.З., Нұғыманова А.О., Карымсакова Л.

**Жоғары турбуленттіліктегі сұйық ағыншасын бүркудің негізгі принциптері мен әдістері**

**Түйіндеме.** Берілген жұмыста жоғары турбуленттіліктегі сұйық отын тамшыларының жіктелу, дисперсиясы, булануы мен жану процестері қарастырылады. Сонымен қатар жұмыста сұйық отынды бүркудің негізгі сипаттамалары мен әдістері бейнеленеді, отынды инжекторлы бүрку жүйелерінде қолданылатын арнайы құрылғылардың түрлері келтірілген. Сонымен қатар атмосфераға бөлінетін зиянды қалдықтар туралы статистикалық мәліметтер мен оларды азайту жолдары келтірілген.

**Түйінді сөздер:** бұрқу, сұйық ағыншасы, зиянды заттардың қалдықтары, жіктелу, іштен жану қозғалтқыштары.

Ospanova Sh.S., Berezovskaya I.E., Nurmukhanova A.Z., Nugymanova A.O., Karymsakova L.

**Basic principles and methods of liquid jet atomization at high turbulence**

**Summary.** The processes of decay, dispersion, evaporation and combustion of liquid fuel droplets at high turbulence are discussed in this paper. The paper describes the main characteristics and methods of liquid fuels atomization, shows the types of special devices used in fuel injection systems. It also provides statistics on emissions of harmful substances into the atmosphere and ways to reduce them.

**Keywords:** spray, liquid jet, emissions of harmful substances, decay, internal combustion engines.

УДК 639.3

**N.O. Nietkabylova, Z. ZH. Sakiyeva, R.N. Zholmyrzayeva, S.T. Dabzhanova,**  
(Kazakh national agrarian university, Kazakhstan,  
e-mail: Nuriya\_nietkabylova @mail.ru)

**OBTAINING FISH PRODUCTS WITH A GIVEN CHEMICAL COMPOSITION  
AND CONSISTENCY**

**Abstract.** The present work is the creation, on the basis of complex experimental studies and generalization of the available data, methods for calculating and predicting the rheological characteristics of fish and fish products, taking into account their chemical composition.

A comprehensive coefficient or criterion for the chemical composition of fish and fish products was developed, a method for calculating and predicting the effective viscosity of minced fish depending on its grinding degree, chemical composition and speed profile was developed, and a classification of minced fish by its rheological and chemical characteristics was developed.

**Key words:** rheological properties, zoobenthos, zooplankton, fish and fish products, mince, consistency.

**Н.О. Ниеткабылова, З.Ж. Сакиева, Р.Н. Жолмырзаева, С.Т. Дабжанова**  
(Казахский национальный аграрный университет,  
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: Nuriya\_nietkabylova @mail.ru)

**ПОЛУЧЕНИЕ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ С ЗАДАННЫМ ХИМИЧЕСКИМ  
СОСТАВОМ И КОНСИСТЕНЦИЕЙ**

**Аннотация.** На базе комплексных экспериментальных исследований и обобщения данных, получены методики расчета и прогнозирования реологических характеристик рыбы и рыбопродуктов с учетом их химического состава.

Разработан комплексный коэффициент или критерий химического состава рыбы и рыбопродуктов, создана методика расчета и прогнозирования величины эффективной вязкости рыбного фарша в зависимости от степени измельчения, химического состава и градиента скорости, разработана классификацию рыбного фарша по реологическим и химическим характеристикам.

**Ключевые слова:** реологические свойства, зообентос, зоопланктон, рыбы и рыбные продукты, фарш, консистенция.

**ВВЕДЕНИЕ**

В последние годы снижение роста потребления рыбных продуктов вызывает необходимость изыскания новых путей повышения технико - экономической эффективности производства и улучшения качества готовой продукции.

Совершенствование процессов и аппаратов невозможно без современных методов их расчета. Без знания физико-химических и реологических характеристик сырья и получаемого из него полуфабриката или готового изделия нельзя точно рассчитать процессы их производства. Получение универ-