

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХРУПКОГО
РАЗРУШЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ
ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПРИ
ПОНИЖЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ
ИСПЫТАНИЙ**

Волоконский М.В., Мишин В.М.

*Северо-Кавказский федеральный университет
(СКФУ), Пятигорск,
e-mail: misha_volokonski@mail.ru*

Расширение областей использования деталей из порошковых сталей, в том числе при пониженных температурах, ставит задачу изучения физической природы разрушения порошковых сталей. Понижение температуры в значительной степени охрупчивает стали и сплавы [1-3]. Известен ряд подходов к изучению влияния низких температур на прочность сталей, которые могут быть использованы для изучения хладноломкости порошковых сталей [4-5].

Цель работы – изучение закономерностей хрупкого разрушения порошковых легированных сталей различной степени пористости при понижении температуры испытаний.

Исследования проводили на стали, полученной в результате спекания частично-легированного порошка (0,013% С; 4,02% Ni; 0,53% Мо; 1,49% Cu; 0,007 S; 0,009% Р; 0,158% О). Микроструктура спеченных сталей представляет собой смесь упрочняющих составляющих (бейнита и мартенсита), окруженных пластичным и вязким остаточным аустенитом, расположенным, в основном, в области межчастичных границ. Исследование проводилось на стандартных призматических образцах с острым надрезом типа Шарпи и цилиндрических образцах диаметром 5 мм. Закалку, с целью предотвращения растрескивания, проводили в масле. Температура отпуска составляла 600 °С.

Результаты испытаний на растяжение при различных температурах показали, что во всем диапазоне исследуемых температур 77–293К происходит монотонное снижение предела текучести и предела прочности с ростом температуры испытания. Предел прочности порошковых сталей уменьшается по закону близкому к линейному с изменением пористости от 9,8 до 30%. При одной и той же пористости предел прочности при 77К выше, чем при 273К. Чем выше температура испытаний порошковой стали в диапазоне пористости 9,8–30%, тем ниже предел прочности, причем чем ниже пористость, тем эффект проявляется ярче.

Было установлено, что зависимости номинального разрушающего напряжения при изгибе образцов с надрезом порошковой стали с пористостью в диапазоне от 9,8–30% от температуры испытания практически параллельны и изменяются линейно с изменением температуры. Для случаев пористости более 20% величину предела текучести во всем диапазоне температур испытания

определить не удалось, так как образцы разрушались хрупко. С ростом пористости значительно снижаются предел прочности, предел текучести и разрушающее напряжение при изгибе надрезанного образца. Это можно объяснить снижением живого сечения образца из-за более высокой пористости. Кроме того, скопления закрытых пор являются заметными микроскопическими концентраторами напряжений, способными к взаимодействию с матрицей и между собой. Изменение эффективной площади поперечного сечения было изучено посредством металлографического анализа. Концентрация пластической деформации наблюдалась вблизи больших, в особенности открытых пор. В этом случае поры играют роль концентраторов напряжений, что приводит к неомогенному распределению упругих напряжений и микропластической деформации. Микронеомогенность структуры приводит к избирательной локализации деформации в пределах мостиков между порами.

Таким образом, наибольшую опасность представляют открытые поры с малым радиусом вершины. Можно утверждать, что изменение механических свойств в зависимости от пористости при других неизменных параметрах обусловлено не только уменьшением эффективного сечения нагруженного образца, но и статистическим распределением и типом пор, которые приводят к возникновению локальной концентрации напряжений.

Список литературы

1. Волоконский М.В., Мишин В.М. Оценка прочности границ зерен стали, ослабленных фосфором и остаточными микронапряжениями // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №3. – С. 104-105.
2. Мишин В.М., Сибилев А.Н. Критерий хладноломкости стальных деталей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – №11. – С. 102.
3. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Разделение влияния прочностных и деформационных факторов на критическую температуру хрупкости стали // Деформация и разрушение материалов. – 2007. – №6. – С. 37-43.
4. Mishin V.M., Kislyuk I.V., Sarrak V.I. Correlation of a critical brittlement temperature with geometry of the stress concentrator and loading velocity // Strength of materials. – 1991. – №12. – P. 35-38.
5. Mishin V.M., Kislyuk I.V., Sarrak V.I. Link of the critical temperature of brittleness with the geometry of the stress concentrator and loading rate // Strength of materials. – 1992. Vol.23. №12. P. 1303-1308.

**ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПУСКА
СУДОВЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Дадилов А.С.

*Махачкалинский филиал МАДИ (ГТУ), Махачкала,
e-mail: aydemir84@mail.ru*

Эффективность судовых малоразмерных дизелей (СМД) типа Ч8,5/11 и Ч9,5/11, широко используемых в качестве различных комбинированных установок – дизель-генераторов, ком-

прессоров и насосов, а также созданными на их базе главными судовыми энергетическими установками для рабочих и спасательных шлюпок морских судов, рыбопромысловых лодок и различных катеров, оценивается по мощности, топливной экономичности, оперативности ввода в действие и ресурсу. Сокращение оперативности ввода в действие, за счет улучшения пусковых качеств является в настоящее время, весьма актуальной задачей.

Проведенные исследования в работах [1] показали, что отечественные малоразмерные дизели проигрывают зарубежным аналогам по таким важным характеристикам, как пусковые качества, количество людей, необходимых для осуществления пуска дизеля вручную, удельная мощность, массогабаритные показатели и топливная экономичность [1].

Наличие вихревой камеры, не позволяет гарантировать их пуск без использования свечей накаливания или других средств облегчения воспламенения топлива при температурах окружающей среды ниже 273 К. Для пуска четырехцилиндрового дизеля с вихревой камерой вручную требуется усилие 4-х человек, тогда как двухцилиндровый дизель с камерой сгорания в поршне может запустить один человек. Поэтому, в течение длительного времени идет поиск технических решений, направленных на замену вихревой камеры сгорания на камеру сгорания в поршне и улучшение на этой базе пусковых качеств и топливной экономичности.

Испытания двигателя Ч8,5/11 с камерой сгорания в поршне типа ЦНИДИ показали, что он успешно запускается при температурах окружающей среды до 258 К. Кроме того, удельный расход топлива дизеля удалось снизить на 25-30 г/кВт·ч по сравнению с дизелем с вихревой камерой. Однако наряду с отмеченным улучшением пусковых качеств, экономичности и эффективности, обусловленным наличием тороидального воздушного вихря, интенсифицирующего процессы смесеобразования и сгорания, указанная камера сгорания обладают рядом недостатков, в первую очередь, закоксование сопловых отверстий распылителя, склонность к растрескиванию кромок горловины камеры сгорания в поршне, а также межклапанной переемычки в головке цилиндра, обусловленные перегревом [2]. В результате этого распылители топлива начинали закоксовываться уже через 10-15 часов работы и через каждые 25-50 часов возникала необходимость в очистке сопловых отверстий, а на межклапанной переемычке и острых кромках горловины камеры появлялись трещины.

В связи с этим, были продолжены работы по разработке камеры сгорания в поршне для СМД типа Ч8,5/11. В ходе их выполнения с целью снижения интенсивности выброса горящих газов из камеры в поршне был осуществлен переход от наклонной под углом ≈ 45 градусов

боковой поверхности камеры в поршне к вертикальной цилиндрической поверхности. Для еще большего снижения тепловой напряженности межклапанной переемычки в головке цилиндра, сопловой части распылителя и кромки горловины камеры в поршне диаметр горловины ее был увеличен с $0,36D$ до $0,505D$, т.е. на 40%. В результате выполненных исследований была разработана цилиндрическая камера сгорания с расширенной горловиной, с вертикальными стенками и плоским днищем [1-6]. Основной целью указанной разработки явилась отработка индикаторного процесса, не уступающего по эффективности, экономичности и пусковым качествам процессу в классической камере ЦНИДИ с суженной горловиной, при одновременном снижении температуры сопловой части распылителя и предотвращении закоксования его сопловых отверстий.

Как известно, высокоэффективный рабочий процесс в классической камере ЦНИДИ обеспечивается при использовании головки цилиндров с простыми впускными каналами, а необходимое вихреобразование в камере в поршне в виде тороидального вихря достигается конфигурацией камеры и вытеснением в нее заряда из надпоршневого пространства при движении поршня в ВМТ.

Конфигурация разработанной цилиндрической камеры сгорания не создает тороидального вихря в ней и поэтому для интенсификации смесеобразования и сгорания в цилиндрической камере в поршне с расширенной горловиной приходится профилировать впускные каналы для организации интенсивной осевой (тангенциальной) закрутки воздушного заряда на впуске его в цилиндр [2,3,4].

Как известно, условия в цилиндре в режиме пуска отличаются от работы на рабочих режимах. Указанные отличия обусловлены пониженными значениями: средней скорости поршня ($c_m = 0,4 \div 0,8$ м/с), минимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала ($n_n = 1,6 \div 2,5$ с⁻¹), температур поступающего в цилиндр воздуха (T_a) и топлива (T_f), температуры и давления в конце тактов сжатия ($T_c = 530 \div 630$ К и $p_c = 2 \div 2,5$ МПа) в режиме пуска. В этих условиях, как показали исследования, замена вихревой камеры сгорания на цилиндрическую камеру сгорания в поршне позволяет снизить минимальную температуру пуска малоразмерного дизеля со степенью сжатия 17, без использования средств облегчения воспламенения топлива, с 295 К до 266 К, т.е. на 29 градусов. Пусковая средняя скорость поршня при этом не превышала $C_m = 0,66$ м/с. Дальнейшее снижение температуры пуска с 266 К до $258 \div 263$ К обеспечили беспламенные подогреватели всасываемого воздуха, в качестве которых использовались электрические спирали накаливания конца такта сжатия на $25 \div 30$.

Таким образом, замена вихревой камеры сгорания на цилиндрическую камеру в поршне с тангенциальными впускными каналами, сможет улучшить пусковые свойства дизелей типа Ч8,5/11. Вместе с тем, использование цилиндрической камеры сгорания не исключает влияние на пусковые свойства дизелей различных параметров, таких как: оптимальная цикловая подача топлива и оптимальный угол опережения подачи топлива, декомпрессионное устройство и маловязкие сорта моторных масел.

Для дизелей Ч8,5/11 с цилиндрической камерой сгорания в поршне и распылителем РД 3×0,3×120° оптимальным для пусковых режимов является цикловая подача топлива равная 60÷65 мг/цикл. При этом, минимальный удельный расход топлива отмечается в режиме номинальной мощности при угле опережения подачи топлива порядка 14÷18° ПКВ до ВМТ.

Список литературы

1. Масуев М.А., Дадилев А.С. Совершенствование эксплуатационных качеств СМД за счет улучшения процессов смесеобразования // Вестник Астраханского Государственного Технического Университета. Морская техника и технология. – №5(46). – 2008. – С. 132-134.

БРИКЕТИРОВАНИЕ АНТРАЦИТОВЫХ ШТЫБОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ИЗ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ И РАСТВОРА ТАЛЛОВОГО ПЕКА В УАЙТ-СПИРИТЕ

Евстифеев Е.Н., Попов Е.М.

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: doc220649@mail.ru*

При современных способах добычи и переработки угля образуется значительное количество угольной мелочи размером от 0 до 6 мм, так называемый штыб. Брикетирование антрацитовых штыбов имеет большое значение, так как угольные брикеты являются наиболее экономичным, калорийным, транспортабельным и удобным для использования в быту твердым топливом.

Брикетирование штыбов основано на процессе склеивания частиц угля при помощи различных связующих веществ. Основными связующими материалами, применяемыми для брикетирования антрацитовых штыбов, являются нефтебитумы и другие продукты нефтепереработки [1]. Брикеты с нефтебитумным связующим отличаются невысоким качеством: недостаточно термоустойчивы, при горении образуют большое количество мелочи, что увеличивает провал и недожог топлива, выделяют коптящий дым, загрязняющий атмосферу. Кроме того брикеты слипаются при транспортировке и дробятся при разгрузке. В настоящее время в угольной промышленности, в связи с дефицитом связующих на нефтяной основе, проводится поиск и разработка составов связующих для

брикетирования антрацитовых штыбов с использованием продуктов и отходов различных производств [2].

Связующие материалы должны распределяться по поверхности частиц шихты тонкой пленкой и обеспечивать получение механически прочного, водоустойчивого и термостойкого брикета. К таким связующим можно отнести технические лигносульфонаты (ТЛС) – многотоннажные отходы, образующиеся на целлюлозно-бумажных комбинатах (ЦБК) при производстве сульфитной целлюлозы [3]. Однако широкое использование ТЛС в углебрикетном производстве сдерживается их низкой влагостойкостью и недостаточно высокой связующей способностью.

Цель работы – разработка малотоксичного гидрофобного комплексного связующего материала на основе технических лигносульфонатов для создания экологически безопасной технологии производства бездымных брикетов из антрацитовых штыбов.

Основным компонентом нового комплексного связующего являются технические лигносульфонаты, которые характеризуются низкой связующей способностью. Однако наличие в макромолекулах лигносульфонатов большого числа активных функциональных групп делает их способными к многочисленным химическим превращениям. Последнее даёт возможность модифицировать ТЛС и тем самым повысить их связующие свойства.

В качестве модификатора ТЛС с натриевым основанием Камского ЦБК использовали кубовый остаток периодической дистилляции капролактама (КО ПДК) [4], представляющий собой подвижную, со специфическим запахом, от светло – до темно-коричневого цвета жидкость плотностью 1,08–1,15 г/см³ и рН 11–13. Модифицированные лигносульфонаты (МЛС) готовили путем тщательного перемешивания ТЛС и модификатора КО ПДК. Ввиду различия в показателях рН, при введении модификатора в ТЛС, наблюдается загустевание композиции, однако, при последующем перемешивании загустевшая масса переходит в жидкотекучее состояние. Вязкость исходных ТЛС понижается почти в 3 раза. Связующее МЛС (90% ТЛС + 10% КО ПДК) при тепловой обработке способно полимеризоваться, образуя прочный сетчатый полимер. Упрочнение структуры лигносульфонатов происходит путём их сшивания молекулами е-капролактама – основного компонента модификатора. Реакции сшивания протекают в связующем ТЛС – КО ПДК при длительной тепловой обработке – в течение 20–30 мин. Разрабатываемое связующее, кроме высоких связующих свойств, должно отличаться и водостойкостью.

С целью гидрофобизации МЛС (ТЛС - КО ПДК) использовали второй компонент комплексного связующего – раствор таллового