

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

ВАЛЕЕВ Сергей Ильдусович
кандидат технических наук, доцент
ХАРЛАМОВ Илья Евгеньевич
ассистент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
г. Казань, Россия

В статье осуществлён обзор работоспособности технологического оборудования подверженного влиянию трещиноподобного дефекта типа расслоение. Рассмотрена специфика возможной безопасной эксплуатации оборудования с дефектами типа расслоение.

Ключевые слова: эксплуатация, авария, разрушение, дефекты, коэффициент интенсивности напряжений, безопасность.

Возникающие аварийные ситуации на опасных производственных объектах предприятий нефтехимической промышленности, сопровождаются взрывами, пожарами, разрушениями. Причины возникновения аварийных ситуаций связаны в основном с разгерметизацией технологического оборудования, выбросом взрывоопасных веществ [3; 5; 9; 10].

Разрушение технологического оборудования происходит преимущественно по причинам, связанным с неполным знанием спектра эксплуатационных нагрузок, нарушением технологий на стадии изготовления, эксплуатации и ремонта потенциально опасных объектов, изменения физико-механических свойств металла, механизма возникновения и развития различного рода дефектов [1; 2; 5; 7; 8; 11].

Одним из наиболее опасных дефектов, приводящих к взрывам и пожарам, является трещиноподобный дефект типа расслоение основного металла или сварного соединения [1; 3; 11]. Расслоение может появиться как на стадии эксплуатации, так и изначально присутствовать в металле технологического оборудования, не замеченном при входном контроле.

В общем случае, расслоение-это внутреннее нарушения сплошности металла стенки оборудования, ориентированного по направлению волокна, которое возникает при обработке слитка давлением, имевшего усадочные раковины или рыхлоты, а также при прокатке неметаллических включений и га-

зовых пузырей [1; 2; 11]. Подобный дефект обычно располагается в середине листа параллельно поверхности.

Встречаются расслоения в околошовной зоне – это расслоение, примыкающее к сварному шву. Дополнительная опасность такого расслоения связана с возможностью наличия в сварном шве трещины, образовавшейся под воздействием расслоения при наложении сварного шва.

Согласно нормативно-технической документации дефект типа расслоение является недопустимым дефектом и эксплуатация технологического оборудования с таким дефектом не возможна. Однако, как показывает опыт проведения экспертизы промышленной безопасности технологического оборудования с расслоениями, запрещение эксплуатации не всегда является обоснованной. Эксплуатация оборудования с расслоениями без проведения ремонтных работ возможна с последующей разработкой мероприятий, позволяющих повысить уровень безопасности, например эксплуатация на сниженные параметры с ежегодным проведением неразрушающего контроля на предмет наблюдения за развитием зоны расслоения [11].

При оценке безопасной эксплуатации элемента с расслоением необходимо, прежде всего, оценить возможность его хрупкого разрушения или сопротивление хрупкому разрушению. Сопротивление хрупкому разрушению оценивается по коэффициенту интенсивности напряжения (КИН) методом ко-

нечных элементов с помощью программного комплекса ANSYS [4; 6].

Работоспособность оборудования с трещиноподобными дефектами типа расслоение в значительной степени будет определяться скоростью развития расслоения, что говорит

о важности его учета для выполнения прочностных расчетов и обеспечения безопасности эксплуатации оборудования.

При принятии решения об условиях эксплуатации необходимо учитывать направленность и глубину залегания расслоения.

Распределение КИН по фронту расслоения №3

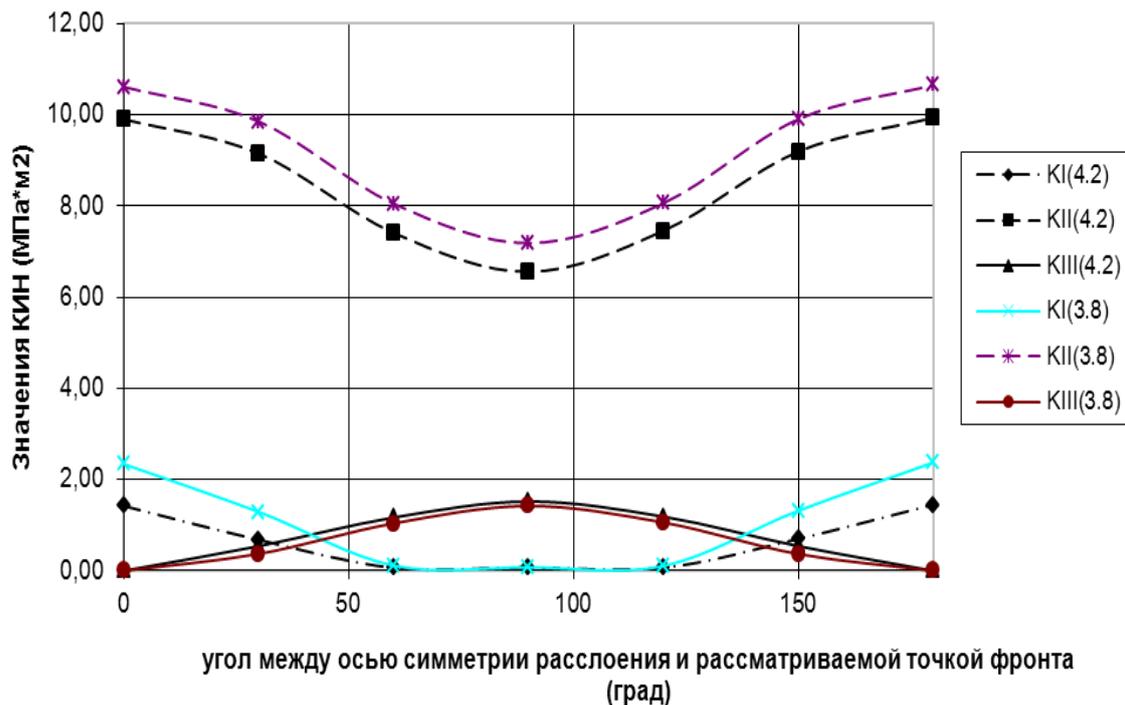


Рисунок 1. Распределение КИН по фронту расслоения № 3

Так, например, при обследовании емкости изготовленной из материала Вст3сп5, были выявлены в основном металле обечайке эллиптические расслоения расположенные на различной глубине от наружной поверхности [11].

С помощью неразрушающих методов контроля (ультразвукового контроля и толщинометрии) определили максимальную протяженность расслоений в осевом направлении, а также глубину залегания и изменение этой глубины на протяжении расслоений, что позволило определить угол их наклона к поверхности. Расслоения расположены параллельно поверхности обечайки.

На графике (рисунке 1) показаны результаты расчетов коэффициентов интенсивности напряжений (КИН) в 7 точках вдоль фронта расслоения (для примера выбрано расслоение

№ 3). Полученные результаты показывают, что для расслоений, которые расположены параллельно поверхности, преобладают коэффициенты интенсивности напряжений второго типа (поперечного сдвига). КИН возрастает по мере приближения расслоения к внутренней стенке обечайки аппарата. Величины коэффициентов интенсивности напряжений малы по сравнению с критическим для материала Вст3сп5, что исключает при данных условиях эксплуатации дальнейший рост расслоений. Следовательно, данное расслоение, не оказывает негативного влияния на прочность и безопасную эксплуатацию емкости, что было учтено при назначении остаточного ресурса, при условии ежегодного проведения неразрушающего контроля выявленной зоны расслоения на предмет его развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Асатов И.Ф., Валеев С.И., Харламов И.Е.* Диагностика, контроль и ремонт оборудования нефтехимической отрасли, подверженного дефекту типа расслоение // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 2. – С. 21-24.
2. *Валеев С.И., Поникаров С.И.* Техническая диагностика. – Казань: Изд-во Академия наук РТ, 2015. – 124 с.
3. *Губайдуллин И.И., Валеев С.И., Булкин В.А.* Проблемы эксплуатации трубопроводов на предприятиях нефтегазового комплекса // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 20. – С. 50-51.
4. *Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А.* ANSYS в руках инженера. Практическое руководство. – М.: Едиториал, УРСС, 2003. – 272 с.
5. *Ларин А.А., Валеев С.И., Зайнуллин Ф.Р., Булкин В.А.* Дegradация свойств металла оборудования установки переработки углеводородного сырья длительное время находящегося в эксплуатации // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2014. – Т. 17. – № 20. – С. 257-258.
6. *Морозов Е.М., Никишков Г.П.* Методы конечных элементов в механике разрушения. – М.: «Наука» Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 256 с.
7. *Москалев Л.Н., Нгуен Ван Ань, Поникаров С.И., Поникарова И.Н.* Компьютерное моделирование температурных напряжений в технологических сосудах в местах врезки штуцеров в SolidWorks // Вестник технологического университета – 2019. – Т. 22. – № 7. – С. 144-150.
8. *Софронов М.А., Валеев С.И.* Оценка надежности емкостного оборудования при наличии поверхностных дефектов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 4-4(58). – С. 98-100.
9. *Старовойтова Е.В., Галеев А.Д., Артемьев С.А., Поникаров С.И.* Оценка доли горючего вещества во взрывоопасных пределах с помощью программы Ansys fluent // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – № 19. – С. 85-87.
10. *Старовойтова Е.В., Галеев А.Д., Поникаров С.И.* Численное моделирование последствия аварийного выброса сжиженного хлора при наличии препятствия // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2012. – №6. – С. 207-209.
11. *Харламов И.Е., Валеев С.И., Булкин В.А.* Возможная эксплуатация емкостного оборудования с технологическими дефектами на нефтегазохимическом производстве // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 22. – С. 82-83.

**TO THE QUESTION OF SAFE OPERATION OF EQUIPMENT
AT OIL AND GAS AND CHEMICAL INDUSTRIES****VALEEV Sergey Ildusovich**

PhD in Engineering sciences, Associate Professor

KHARLAMOV Ilya Evgenievich

assistant lecturer

Kazan National Research Technological University

Kazan, Russia

The article provides a review of the operability of technological equipment subject to the influence of a crack-like defect of the type of delamination. The specifics of the possible safe operation of equipment with defects such as delamination are considered.

Key words: operation, accident, destruction, defects, stress intensity factor, safety.