

УДК 624. 014

ЗАМЕДЛЕННОЕ ХРУПКОЕ РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛОВ



DELAYED BRITTLE FRACTURE OF METALS

Быченко Р.Ю.Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
romanet407@gmail.com**Винников А.С.**Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина

Аннотация. В данной статье рассматривается замедленное хрупкое разрушение металлических конструкций. Так же изучены этапы и последствия вида разрушения, и влияние внутреннего фактора температуры на данный вид разрушения. Выявлено значение разработки металлов с улучшенными свойствами для использования на северных территориях Российской Федерации.

Ключевые слова: сталь, конструкция, хрупкое разрушение, вязкость, температура.

Bychenko R.Yu.Kuban State Agrarian University
named after I. T. Trubilin
romanet407@gmail.com**Vinnikov A.S.**Kuban State Agrarian University
named after I. T. Trubilin

Annotation. This article discusses delayed brittle fracture of metal structures. The stages and consequences of the type of destruction, and the influence of the suggested temperature factor on this type of destruction are also studied. The importance of developing metals with improved properties for use in the northern territories of the Russian Federation is revealed.

Keywords: steel, structure, brittle fracture, toughness, temperature.

Хрупкое разрушение металлических конструкций можно охарактеризовать тем, что оно не сопровождается заметной деформации деталей, происходящей при действии посторонних нагрузок, не превышающих предела текучести. Форма траектории разрушения металла является очень важным составляющим, по ней можно определить не только геометрическую точность периода разрушения, но и может оказать большое влияние во время построения технологического процесса обработки [1]. Поэтому большое влияние является закономерное разрушение в разделительных процессах деформации конструкции прогнозирование траекторий трещины по всем параметрам разрушения.

В большинстве случаев разрушение металлов происходит под действием нормальных напряжений и распространяется вдоль плоскости скола (отрыва). Однако при некоторых условиях эксплуатации (водородное насыщение, коррозия и др.) хрупкое разрушение может быть межкристаллитным. Подобное разрушение металлов часто происходит внезапно, распространяется с большой скоростью и с малыми затратами энергии [2]. В ряде случаев оно приводит к катастрофическим разрушениям сварных конструкций в процессе эксплуатации.

При процессе разрушения металлы подвергаются к разделению твердого либо кристаллического тела на несколько частей. В данном случае, хрупкое разрушение рассматриваемого материала, зависит от условий напряженности на металлическую конструкцию. Подобное разрушение характеризуется как вязкое и хрупкое, а при действии циклических нагрузок оно называется усталостным. Усталость металлов – это повреждение металлов при воздействии повторяющихся нагрузок.

Появление разрушений зависит от ряда причин: химического состава металла, структуры, температуры ($^{\circ}\text{C}$) и действующих внешних факторов.

Разрушение металлов начинается с появления на них микротрещин, которые образуются в металлической конструкции в результате концентрации напряженности, и скопления дислокаций перед зернами, либо другими препятствиями, которые возникают нематаллическими частицами.

Этапы начального разрушения металлов в инженерных конструкциях, подразделяются на следующие категории:

- 1) этап – зарождения микротрещины;
- 2) этап – стабильное развитие трещины;
- 3) этап – распределение трещины по всей конструкции (статическое или закритическое).

На первых двух этапах затрачивается максимальное количество энергии, поэтому процесс возникновения трещин на данных этапах происходит медленно. На третьем этапе развитие трещин происходит максимально быстро, поэтому затрачивание энергии не требуется. Металлическое изделие на третьем этапе разрушения теряет свою несущую способность и разрушается [3].

Металлы и металлические решетки разрушаются пластично (вязко) или хрупко в зависимости от состава и условий эксплуатации. В металлах и металлических конструкциях концентрируются примеси и легирующие элементы, которые блокируют подвижность дислокаций, а также способствуют повышению вероятности хрупкого разрушения. Переход от пластичного к хрупкому разрушению возникает при резком снижении температуры $^{\circ}\text{C}$ или увеличении скорости деформирования до предельных значений, характерных для металлов и металлических конструкций.

Основными причинами, вызывающих замедленное хрупкое разрушение металлов, являются:

- образование микротрещин, закатов и задиров в резьбовых впадинах;
- неудачная конструкция болтов, малые радиусы закругления при переходе от стержня к головке и в самой резьбе;
- снижение пластичности болтов после химического травления и нанесения покрытий;
- некачественная сборка, перетяжка или перекося болтов, скручивание тела болта при сборке;
- окисление поверхностного слоя болтов, обезуглероживание;
- насыщение поверхностного слоя азотом и углеродом в процессе термообработки;
- возникновение чрезмерных усилий в соединении в процессе эксплуатации;
- попадание химически активных веществ на болтовое соединение в зону концентрации напряжений.

На рисунке 1 показан критический момент температуры хрупкости при разрушении металлов. После испытания металлического образца, при данной температуре, в возникшем изломе образуется 50 % вязкой составляющей. Вовремя проведения испытаний конструкции в широком диапазоне температур (от плюс 20 до минус 70) охлаждение металлических образцов производится в растворе жидкого азота. По результатам испытаний строятся сериальные кривые, показывающие зависимость доли вязкой составляющей от температуры испытания. С помощью данных кривых определяются значения температур, при которых в изломе и образуется 50 % вязкой составляющей.

Критическая температура хрупкости относится к наиболее важным критериям при оценке разрушительных способностей металлов. С помощью этого критерия выясняется максимально точный момент разрушения металлов и металлических конструкций [4]. Если по результатам испытаний образцов, изготовленных из рассматриваемого материала, их температурные показатели ниже критического значения, то использование данных конструкций является нежелательным.

Замедленное хрупкое разрушение является наиболее опасным видом разрушения металлических конструкций. Оно нуждается в более локальном изучении и в способах выявления на ранних этапах формирования разрушения, с целью предотвращения их обрушения при эксплуатации.

Россия относится к странам, которые в большей степени характеризуются как северные. В данных странах отрицательные температуры сохраняются в течение длительного времени. Освоение полярных территорий в России имеет стратегическое значение, заключающееся в промышленной добыче природных ресурсов. В России явля-

ется актуальным использование металлических конструкций, которые более устойчивы к низким температурам. Поэтому в настоящее время научные сообщества Российской Федерации занимаются разработкой металлов с высокими показателями сопротивления к их хрупкому разрушению.

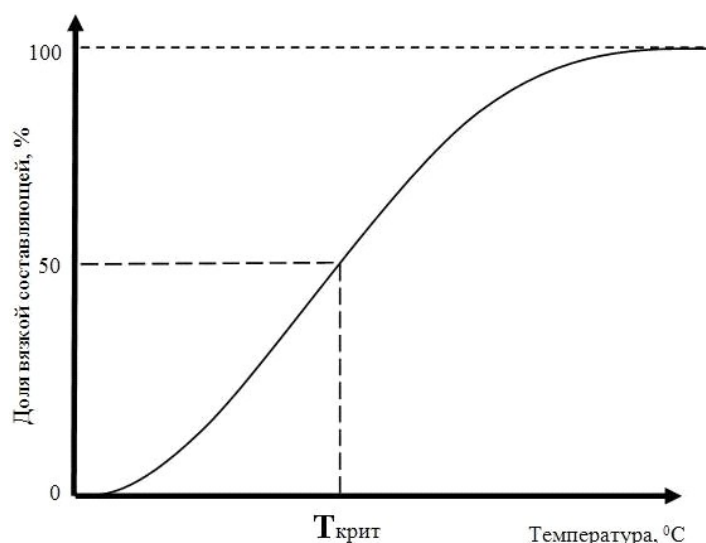


Рисунок 1 – Критическая температура разрушения

Литература

1. Шиховцов А.А., Мишин В.М. Методика определения сопротивления замедленному разрушению стальных деталей с концентраторами напряжений // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 3. – С. 43–48.
2. Шиховцов А.А., Мишин В.М. Оценка факторов, влияющих на микромеханизм замедленного разрушения стали с помощью метода конечных элементов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18. – № 4-2. – С. 134–135.
3. Шиховцов А.А., Мишин В.М. Методика определения сопротивления замедленному разрушению стальных деталей с концентраторами напряжений // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 3. – С. 43–48.
4. Определение напряженно-деформированного состояния стали при усталостном разрушении / А.А. Шиховцов [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 2. – С. 148–152.

References

1. Shikhovtsov A.A., Mishin V.M. Method for determining the resistance to slow fracture of steel parts with stress concentrators // Modern Science-Intensive Technologies. – 2013. – № 3. – P. 43–48.
2. Shikhovtsov A.A., Mishin V.M. Evaluation of factors affecting the micromechanism of delayed steel fracture using the finite element method // Bulletin of Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences. – 2013. – Т. 18. – № 4-2. – P. 134–135.
3. Shikhovtsov A.A., Mishin V.M. Method of determination of resistance to delayed fracture of steel parts with stress concentrators // Modern Science-Intensive Technologies. – 2013. – № 3. – P. 43–48.
4. Determination of the stress-strain state of steel in fatigue fracture / A.A. Shikhovtsov [et al.] // Modern Science-Intensive Technologies. – 2019. – № 2. – P. 148–152.