

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УРОВНЯ ОПАСНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А.А. Акусова, А.А. Топоров  
Донецкий национальный технический университет

Работа химического оборудования связана с переработкой, хранением и транспортировкой различных сред, в том числе, токсичных, пожаро- и взрывоопасных. В то же время зачастую технологические процессы проходят при высоких температурах, давлениях, которые могут изменяться в больших пределах в течение всего процесса. Все это делает оборудование химических предприятий потенциально опасным. Так же одним из основных факторов опасности химического оборудования является его сильный износ, возникающий при совместном воздействии механических нагрузок и коррозионной среды самого оборудования либо его окружения.

На стадии проектирования определяется опасность оборудования, возникающая при возникновении аварийных ситуаций. Для химического оборудования под опасностью понимают в основном неконтролируемый выброс энергии при аварии, т.е. учитывается энергопотенциал рабочей среды. Например, энергия взрыва веществ, тепловое излучение, токсические воздействия. Такое понимание опасности позволяет определить максимально возможный выброс энергии при разрушении оборудования. Знание максимальной опасности позволяет принимать ряд мер по ее снижению: расчет оптимальных технологических параметров (давления, температуры, концентрации, скорости движения сред и т.п.), размещение, укрепление конструкции.

Однако такое понимание опасности не позволяет определить уровень опасности оборудования во время эксплуатации. Для определения уровня опасности оборудования в определенный момент эксплуатации оборудования необходимо учитывать не только энергопотенциал оборудования, но и его техническое состояние. Т.е, рассматривая опасность оборудования, выделим два основных аспекта, которые ее формируют: 1) энергопотенциал оборудования, который выступает как движущая сила, возникновения опасности; и 2) функция состояния оборудования, которая сдерживает высвобождение энергии, т.е. сопротивление возникновению опасности.

Таким образом, опасность объекта можно выразить функцией зависящей от энергопотенциала и технического состояния объекта.

$$\text{Опасность} = \text{Функция энергопотенциала} / \text{Функция состояния}$$

В качестве функции состояния можно принять остаточный ресурс, коэффициент запаса прочности оборудования, интенсивность отказов и др. Иногда удобнее пользоваться обратной величиной остаточного ресурса – степенью деградации оборудования, тогда опасность равна:

$$\text{Опасность} = \text{Функция энергопотенциала} * \text{Степень деградации}$$

При этом степень деградации является вероятностной величиной. Это связано с тем, что учесть все протекающие деградационные процессы практически не возможно. А так же сами деградационные процессы носят вероятностный характер, т.к. факторы, вызывающие процессы не постоянны и постоянно изменяются во времени, т.е являются случайными величинами. Таким образом, из-за вероятностного характера функции степени деградации оборудования, опасность оборудования в заданный момент времени, является вероятностной величиной.

Минимальная опасность оборудования возникает при нормальном режиме работы оборудования и минимальной степени деградации. Максимальная опасность оборудования возникает при достижении критического уровня деградации элементов системы и максимальном энергопотенциале. Т.е. когда наступает предельное состояние оборудования, а энергопотенциал имеет наибольшее значение. Такой случай приводит к возникновению аварии, т.е. опасность реализуется.

Однако для реализации опасности, т.е. возникновения аварийной ситуации, не обязательно совпадения всех неблагоприятных случаев (максимальный энергопотенциал и степень деградации). Во-первых, аварийная ситуация может возникнуть при достижении степени деградации предельного значения, при нормальных технологических показателях, т.е. наступает деградационный отказ - отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и норм проектирования, изготовления и эксплуатации. Во-вторых, при достижении максимального значения энергопотенциала, при этом не предусмотрено при проектировании, что оборудование может выдерживать такие нагрузки (иногда это неоправданно дорого осуществить), т.е. наступает технологический отказ. Третий случай, когда происходит определенное сочетание значений энергопотенциала и степени деградации, при которых может возникнуть аварийная ситуация. Для конкретного оборудования такое сочетание возможно сосчитать и определить критическую опасность, т.е. значение при котором потенциальная опасность переходит в реальную.

К факторам сопротивления опасности, кроме самого ресурса оборудования, можно отнести средства защиты и предупреждения аварийных ситуаций. Для учета их влияния можно выделить их в отдельную группу, для этого вводим критерий оснащенности объекта средствами защиты или критерий дополнительного сопротивления опасности. Тогда опасность равна:

$$\text{Опасность} = \text{Функция энергопотенциала} * \text{Степень деградации} / \text{Критерий оснащенности объекта средствами защиты}$$

Критерий оснащенности оборудования средствами защиты включает в себя как мероприятия по снижению и регулировке энергопотенциала оборудования за счет автоматических систем управления технологическими параметрами, так и средства по повышению сопротивления действию энергопотенциала.

Этот критерий дополнительного сопротивления опасности необходимо вводить как при рассмотрении отдельного объекта, так и при определении опасности группы объектов. Например, если средства защиты не относятся к конкретному технологическому объекту, а являются средствами защиты целого технологического процесса. Необходимо определить чему равен критерий сопротивления при наличии того или иного средства защиты. Расчет нужно производить для каждого оборудования свой, т.к. одни и те же средства защиты по-разному влияют на каждое оборудование, для одних они могут предотвратить опасность для других только уменьшить последствия. При этом необходимо учитывать: средство защиты препятствует возникновению аварийной ситуации или уменьшает негативное воздействие; степень срабатывания защитного устройства; влияние на сопротивляемость части оборудования или в целом; на какое количество всех возможных поломок влияет и др.

Определение степени опасности на стадии эксплуатации позволит контролировать уровень опасности оборудования и не допускать достижения опасности критического значения, при котором происходит переход потенциальной опасности к фактической.

## ЗАЯВКА НА ДОКЛАД

на XX Международную научную конференцию студентов и аспирантов  
«Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»

1. ВУЗ \_\_\_\_\_ Донецкий национальный технический университет \_\_\_\_\_
2. Секция \_\_\_ 4. Оборудование экологически чистых технологий и защиты биосферы \_\_\_\_\_
3. Название доклада \_\_\_\_\_ **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УРОВНЯ ОПАСНОСТИ  
ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ** \_\_\_\_\_
4. Автор доклада – студент \_\_\_\_\_ Акусова Александра Алексеевна \_\_\_\_\_
5. Аспирант
6. Научный руководитель \_\_\_\_\_ Топоров Андрей Анатольевич \_\_\_\_\_  
Ученое звание \_\_\_\_\_ доцент, научная степень \_\_\_\_\_ канд. техн. наук \_\_\_\_\_  
должность \_\_\_\_\_ доцент, кафедра \_\_\_\_\_ «Машины и аппараты химических производств»
7. Адрес для переписки \_\_\_\_\_ 86105, г. Макеевка, ул. Дунайская, д. 13, кв. 20
8. Телефон \_\_\_\_\_ 8(093)7209061 \_\_\_\_\_
9. Демонстрационный материал (без него доклад на конференции не возможен):  
прозрачные пленки, плакаты, мультимедийный проектор (необходимое подчеркнуть)

1. Акусова Александра Алексеевна  
Донецкий национальный технический университет  
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УРОВНЯ ОПАСНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАДИИ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ  
Научный руководитель: доцент А.А. Топоров