Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова,
1986, т. 108

УДК 658.382.3

# МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НЕМЕТАЛЛОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. И. ТАЛЬКО

До настоящего времени в неметаллорудной промышленности отсутствует научно обоснованный перечень конструктивных недостатков технологического оборудования с точки зрения техники безопасности. Недостаточно изучены степень опасности отдельных узлов и механизмов, влияние отдельных факторов на уровень травмоопасности и на тяжесть травм, а также на эффективность различных способов и технических средств обеспечения безопасности оборудования. Анализ безопасности машин с использованием количественных критериев, осуществленный совместно с оценкой эффективности различных способов и технических средств обеспечения безопасности, имеет большое практическое значение. Результаты такого анализа могут быть использованы для разработки конкретных мероприятий, направленных на предупреждение несчастных случаев.

Очевидна необходимость исследований травмоопасности технологического оборудования и разработка конкретных мер, направленных на обеспечение безопасности труда работающих. Особенно важна такая оценка на стадии проектирования нового оборудования. При этом наиболее рациональным методом является системный подход [1].

С точки зрения воздействия машины на человека производственная среда характеризуется наличием опасных элементов и механизмов на единице оборудования, их количеством, а также степенью опасности. Эти данные получаются путем обследования оборудования. Изучается конструкция машины, выявляются недостатки с точки зрения монтажа, демонтажа и ремонта, надежности устройств для предупреждения случайного пуска машины при ремонте, совершенство ограждений, обеспеченность машины специнструментом и т.п.

Точная количественная оценка безопасности оборудования может быть сделана только после изучения и выявления потенциальных источников опасности и всех элементов по его обслуживанию. Для оценки степени воздействия машины и рабочей среды на человека следует учесть справочные критерии, разработанные НИИТруда [2].

Разработка комплексной оценки влияния факторов условий труда на организм человека возможна после выяснения долевого участия и рангового значения отдельных факторов при их совместном влиянии на трудоспособного человека, его здоровье. Полная оценка безопасности производственного оборудования учитывает: безопасность при эксплуатации; безопасность при ремонт-

ных монтажных и демонтажных работах; определение пожароопасности; взрывоопасности; электробезопасности; соответствие требованиям стандартов ССБТ, нормам и правилам охраны труда; определение отдельных производственных факторов, включая комфортные условия труда.

Точная оценка безопасности конструкции оборудования может быть произведена только после установки его на рабочем месте, во время эксплуатации и при получении достаточно большого статистического материала.

Методы оценки опасности оборудования, основанные на использовании статистических сведений о производственном травматизме, широко используются в научных исследованиях. Они предусматривают сбор материалов о производственных несчастных случаях, подсчет показателей травматизма, группировку случаев по интересующим признакам, изучение распределения случаев по этим признакам и т.д. При достаточном объеме данных они позволяют выявлять и давать достаточно объективную оценку основным причинам травматизма при эксплуатации производственного оборудования и на этой основе выбирать наиболее рациональные пути его снижения, кроме того, при соответствующей математической обработке позволяют делать прогноз об опасности эксплуатируемого оборудования, что является важным при выборе и обосновании технических решений, направленных на обеспечение безопасности оборудования. Однако эти методы не вскрывают все источники возможных опасностей и сам процесс формирования опасных ситуаций, требуют большого объема статистических данных о несчастных случаях и разработки специальных методов анализа при оценке опасности оборудования на стадии проектирования или испытания опытного образца.

Особый интерес представляет предварительная количественная оценка безопасности оборудования, которая может быть выполнена еще на стадии рабочего проекта и которая позволит конструктору объективно оценить безопасность машины и предусмотреть мероприятия по целенаправленному ее усовершенствованию с этой точки зрения. В настоящее время известно несколько методологических подходов к решению вопроса количественной оценки потенциальной травмоопасности машин и оборудования. Эти методы основываются на том, что травмоопасность обслуживаемой машины определяется количеством возможных опасных ситуаций, обусловленных пересечением во времени и пространстве двух независимых событий: возникновение или наличие материального источника опасности и появление или нахождение работающего в зоне действия опасного фактора.

По методике [4] теоретическая вероятность возникновения опасных ситуаций на отдельном участке производства определяется исходя из средней частоты наступления опасных ситуаций и длительности периода наблюдения.

Анализ травмоопасности, проведенный рядом исследователей, показывает, что источником несчастных случаев при обслуживании оборудования чаще всего являются подвижные элементы машин, поэтому оценка травмоопасности должна производиться прежде всего по источникам механической опасности. В соответствии с методикой [3] уровень потенциальной опасности каждого механизма может быть измерен условным показателем, равным произведению

количества возможных травматических ситуаций на тяжесть возможных последствий от реализации этих ситуаций.

Вероятность возникновения опасных ситуаций на всей машине определяется суммой вероятностей с учетом возможности обслуживания машины несколькими работающими на основе теоремы сложения вероятностей. Интенсивность возникновения опасных ситуаций у каждого механизма зависит от обеспеченности механизма средствами защиты и от повторяемости и длительности выполнения опасных элементов рабочих операций, связанных с обслуживанием этого механизма.

Расчет отдельных оценочных показателей можно производить методом экспертных оценок. Такой метод позволяет без использования статистических материалов о производственном травматизме оценить степень потенциальной травмоопасности оборудования. Каждому из экспертов предлагается оценить по десятибалльной шкале эффективность использованных в конструкции машины средств и способов защиты. Упорядочение ответов экспертов можно произвести методом непосредственной оценки, по которому средняя оценка каждого средства и способа защиты подсчитывается по формуле:

$$\omega = \frac{\sum_{j}^{m_э} \omega_j}{\sum_{i}^{n_э} \sum_{j}^{m_э} \omega_{ij}}, \qquad (1)$$

где $\omega_{ij}$ – оценка эффективности $i$-го способа или средства защиты $j$-м экспертом; $n_э$ – число средств или способов защиты; $m_э$ – количество экспертов.

На основе средних оценок экспертов можно подсчитать эффективность способов $K_1$ и условную эффективность $K_2$, $K_3$ средств защиты:

$$K_{1,2,3} = \frac{\omega_i}{\omega_{i\,max}}. \qquad (2)$$

Эффективность средств защиты подсчитывается как произведение условной эффективности средств защиты на эффективность соответствующего способа защиты. Такой метод наиболее прост, но содержит большую долю субъективности и неточности количественной оценки. Более точная количественная оценка потенциальной безопасности проектируемой машины возможна, если рассматривать машину в виде комплекса элементарных источников потенциальной опасности, как например, ременная передача, шкив, подвижный орган, токоведущие части, источники шума и вибраций и т.п.

Затем необходимо составить классификатор всех опасных элементов и неблагоприятных факторов для каждого вида оборудования и условий его эксплуатации, на основании обработки статистических данных по производственному травматизму провести ретроспективный анализ и оценить таким образом количественно (в баллах) потенциальную степень опасности каждого источника травматизма по каждому виду травматизма $ПСО_{ij}$ ( $i$ – порядковый номер источника травматизма, $j$ – вид травматизма). Тогда суммарная оценка потенциальной опасности всей машины определится как сумма отдельных оценок по элементам и видам травмоопасности:

$$ПСО_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} ПСО_{ij} . \qquad (3)$$

Теперь следует оценить степень защиты каждого потенциального источника травматизма по каждому виду травмоопасности $СЗ_{ij}$ . При этом рекомендуется руководствоваться следующими критериями: средство защиты, уменьшающее степень опасности, определенную выше, на I балл, оценивается соответственно как I балл, средство защиты, уменьшающее ПСО на 2 балла, оценивается как 2 балла и т.д.

Оценив степень защиты каждого элемента травмоопасности по каждому виду, можно найти суммарную оценку степени защиты машины:

$$СЗ_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} СЗ_{ij} . \qquad (4)$$

Фактическая степень опасности машины определится как разность между суммарной потенциальной степенью опасности и суммарной степенью защиты, т.е.

$$СО = ПСО_{\Sigma} - СЗ_{\Sigma} . \qquad (5)$$

Очевидно, что в идеальном случае СО = 0. К этому нужно стремиться при проектировании машины. Чем меньше СО, тем лучше защищенность конструкции данной машины в смысле травмоопасности. Таким образом, различные варианты одной и той же машины или различные типы машин можно легко сравнивать по потенциальной травмоопасности, заложенной в конструкции машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. М., Металлургия, 1975.

2. Инструкция по определению категории тяжести работы по условиям труда на рабочем месте. М., изд. НИИТруда, 1974.

3. Кутанин А.Ф., Орлов Г.П. Методика количественной оценки травмоопасности оборудования для текстильной промышленности. Иваново, изд. ВНИИОТ, 1978.

4. Ушаков К.З., Сафонский В.П. Прогноз безопасности труда и оценка технических решений. – Безопасность труда в промышленности, 1972, № 11.