

$$\bar{t} = \frac{\bar{d}}{2\bar{u}}, \quad \bar{d} = d_3 \left(\frac{\bar{p}}{p_a} \right)^{1/6},$$

$$\bar{u} = 0,3 \sqrt{\frac{\bar{p} - p_y}{p_a} \left(1 - \left(1 + \frac{p_y}{p_a} \right)^{-1/4} \right)} = 0,3 C_u \left(1 - \left(\frac{p_y}{p_a} \right)^{1/3} \right), \quad (12)$$

где $\bar{d}$ – конечный диаметр взрывной полости, p_y – начальное давление на фронте ударной волны в породе.

Амплитуду и длительность взрывного импульса на стенке взрывной полости для зарядов с водяными и инертными промежутками нетрудно получить, воспользовавшись вышеприведенной методикой расчета.

Для взрывания в мелкоблочной среде необходимо, чтобы площадь, амплитуда и длительность взрывного импульса были оптимальными. Таким требованиям могут удовлетворять сплошные скважинные заряды ВВ с максимальной шириной зоны химических реакций и временем нарастания давления до пикового значения.

УДК 622.235.5

Петренко В.Д., Цепак С.В.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЗАЦИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Петренко В.Д.; Цепак С.В. Вдосконалення технології механізації вибухових робіт. Для прийняття при розрахунку параметрів технологічного процесу дозування вибухових речовин при заряджанні свердловин запропоновано метод зменшення кількості елементів резервування в заряджальній машині.

Сформулированные В.В.Ржевским основные положения технологии и комплексной механизации открытых горных работ частично раскрывают особенности механизации взрывных работ [1], однако ее теоретические основы, как самостоятельная структура в комплексе изучены недостаточно.

Поэтому рассмотрим некоторые аналитические положения,

которые будут способствовать решению этой проблемы. Известно, что основу технологии горных работ составляют технико-экономические показатели, определяющие учет главных факторов по которым выбирается технологическое оборудование.

Для выбора рациональной технологии механизации взрывных работ только экономические оценки не всегда приемлемы, так как процесс приготовления взрывчатых веществ (ВВ) и заряжания скважин, предполагающих контакт технологических механизмов с ВВ, требует более жесткого подхода при определении эксплуатационных параметров этих механизмов. Определяемые обычным путем эксплуатационные параметры теряют смысл при квалификации любого события, ведущего к возможности возникновения взрыва или пожара.

Эти параметры не являются суммой, с помощью которой определяется интенсивность отказов, но они отражают заключительное и единственное событие, вероятность которого равна единице, что является отказом. Следовательно, с точки зрения работоспособности данный подход относится к надежности деталей и узлов машин и их технологические параметры можно рассматривать как не обеспечивающие в определенных условиях надежную и безопасную работу этих механизмов.

Поэтому совокупность параметров и элементов технических объектов, участвующих в оценке надежности, разделяем на три группы:

- параметры технологичности и надежности, влияющие только на технико-экономические показатели технологии;
- критические параметры надежности, отказ которых приводит к прекращению производственного процесса выбранной технологии;
- смешанные параметры.

Для первого варианта достаточно проведение ресурсных испытаний с последующей их статистической обработкой и определением, например, коэффициента готовности, срока службы, средней наработки на отказ и др.

Для критических параметров надежности приемлемы только два варианта: их исключение или, при возможности, их дублиро-

вание.

Дублирование в теории надежности [2] принято называть резервированием, которое позволяет изменить последовательность соединения элементов и, поэтому одним из способов повышения надежности расчетных схем является введение параллельных избыточных элементов или подсистем. Однако это приемлемо для отдельных деталей или узлов механизмов или машин, но для повышения надежности технологических элементов необходимо отдельное решение.

Рассмотрим конкретные примеры, вытекающие из опыта эксплуатации некоторых видов зарядных машин, используемых в технологических процессах механизации подготовки и проведения взрывных работ.

Наиболее распространенная зарядная машина МЗ-8, в последнее время используется для перевозки и зарядания простейших смесевых ВВ, в состав которых входит дизельное топливо (ДТ) и другие горючие или энергетические добавки. Разумеется, что после каждой выгрузки ВВ промывка ее внутренней части не производится и на стенках бункера и пневмодиафрагме накапливается адгезионнотстойкая смесь ДТ и аммиачной селитры, которую невозможно смыть простой струей воды. При обрыве диафрагмы возможно смывание этой смеси излишками стекающего ДТ под диафрагму, придавливание их металлической плитой и активное трение между плитой и бункером во время поездки. Это может быть причиной аварии и рассматривается как событие, относящееся к критическим параметрам надежности.

Решить эту задачу можно двумя способами. Во-первых, введением в систему работы двигателя автомобиля блокировки, работа которой зависит от давления воздуха под диафрагмой, для чего необходимо согласование с заводом изготовителем, т.е. выпуск автомобиля в исполнении с требованиями применительно к зарядным машинам. Другой способ - замена металлической плиты на другую, например, из упругой конвейерной ленты и, как следствие, исключение пневмосистемы и других элементов, взаимодействующих со смесью ВВ и ДТ.

В машинах типа "Акватол", используемых для заряжания горячельющихся ВВ, существенным недостатком являются сбои в работе клапана, закрывающего выпускное отверстие бункера, а также неточный контроль изменения высоты ВВ в накопительной емкости, выполняющей роль дозатора. На практике сбои в работе клапана возникают по причине износа уплотнений направляющей и при большом давлении на него ВВ, вытекающего из бункера, происходят перекосы. При этом в случае обрыва шланга привода управления работа клапана, становится неуправляемой и возникает аварийная ситуация, при которой происходит бесконтрольное заполнение накопительной емкости. Разбрызгивание излишков ВВ из емкости влечет за собой загрязнение и ограничение визуального контроля при зарядании, т.е. увеличивается погрешность дозирования.

Отказ от работы клапана относится к критическому состоянию надежности, а увеличение погрешности дозирования является технологическим параметром. Поэтому данную группу недостатков одного узла зарядной машины можно отнести и к группе смешанных параметров. Однако погрешность дозирования, хоть и частично, зависит от появления отказа в работе клапана, поэтому оба события относим к критическим состояниям надежности и вводим в рассматриваемую систему дублирующие элементы.

Для надежной работы клапана в конструкцию привода машины типа "Акватол" необходимо установить механизм аварийного отключения. Это дает возможность вручную закрыть клапан. Для повышения точности дозирования вводим дополнительное дублирующее устройство бесконтактного контроля высоты ВВ в накопительной емкости. В качестве такого устройства можно использовать ультразвуковой измеритель дальности, типа эхолота. Большая точность такого прибора, кроме дублирования, позволяет расширить возможности применения данной зарядной машины особенно при использовании ее для заряжания подбурков или в местах с большими уклонами поверхности блока.

В последнее время для подготовки и заряжания простейших смесевых ВВ типа КС-1 и др. в скважины используются серийные автобетоносмесители. Невзрывчатые компоненты ВВ загружают-

ся в специальную емкость в виде груши, имеющей внутри винтовую лопастную поверхность, и смешиваются при ее вращении во время транспортирования к месту заряжания. При этом выгрузка ВВ в скважину осуществляется обратным вращением грушевидной емкости и выдачей с помощью дозатора, устанавливаемого на конце лотка.

Экспериментальные исследования показали, что при выгрузке ВВ из емкости только при помощи лотка без дозатора происходит некоторое разлетание гранулированных компонентов ВВ. При формировании дозы, что достигается отсечением потока ВВ верхней диафрагмой дозатора, нужно создать запас ВВ над ней. Поэтому во время выдачи дозы необходимо уменьшить обороты бочки или остановить ее вращение, так как увеличение ВВ над диафрагмой может привести к ее просыпанию на поверхность блока. В этом случае трудно определить к какому варианту выбора параметров надежности относится просыпание ВВ. Учитывая, что просыпание ВВ влияет на погрешность дозирования, этот недостаток относим к смешанным параметрам надежности. Устранение его возможно путем резервирования, т.е. образования над дозатором компенсирующей емкости с объемом, например, равным объему дозатора, что исключает остановку смесительной бочки во время заряжания. Из трех приведенных случаев следует отметить, что технологические параметры работы зарядных машин играют такую же роль, как и параметры функционального характера. Поэтому каждый механизм в технологии механизации взрывных работ необходимо рассматривать как сумму этих параметров с учетом сохранения заданных доминирующих параметров в пределах зарядной машины.

Учитывая, что одним из таких параметров технологического процесса при работе зарядной машины является погрешность дозирования, необходимо выделить детерминированный технологический процесс, обеспечивающий сохранение доминирующего параметра и позволяющий исключить или уменьшить количество элементов резервирования при одновременном повышении надежности зарядной машины. Но погрешность дозирования может рассматриваться только совместно с объемом дозы, что

позволяет при выборе грузоподъемности бункера выражать кратной ее средней величине.

Поскольку отсутствует взаимосвязь между количеством ВВ, необходимым для заряжания и объемом бункера, технологический процесс в пределах зарядной машины по параметру погрешности дозирования необходимо определить для всей цепи узлов, в которых формирование дозы происходит от среднего значения до величины дозы с минимальной погрешностью.

В общем виде технологический процесс выпуска ВВ из бункера можно представить так, чтобы формирование дозы производилось с последовательным уменьшением погрешности. Такой подход без учета временных и физико-механических параметров сыпучих и горячельющихся ВВ приемлем для всех типов зарядных машин, что позволяет рассматривать его как одно из направлений теоретических основ механизации взрывных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. - М.: Недра, 1968. - 639 с.
2. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. - М.: Машиностроение, 1984. - 312 с.

УДК 622.235.63

В.Н.Харитонов, Л.Ф.Черныгина

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРУШЕНИЕМ НАПРЯЖЕННЫХ ПОРОД ПРИ БУРОВЗРЫВНОМ СПОСОБЕ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫРАБОТОК

Викладені методи руйнування напружених порід, які засновані на зниженні динамічної дії на масив за рахунок зміни параметрів вибухового імпульсу шляхом застосування низкобризантних ВР, патронів ВР з демпфером, конструкції шпурового заряду з повітряним проміжком в донній його частині та раціонального

використання енергії пружної деформації приконтурних порід.