

Особенности моделирования аварийных вентиляционных режимов

д.т.н. Ю.Ф. Булгаков, к.т.н. В.А. Трофимов (ДонНТУ)

Задачи моделирования аварийных вентиляционных режимов (АВР) необходимо решать с учетом реальных условий применения. В этой связи задачи моделирования можно разделить на две группы: связанные с подготовкой плана ликвидации аварий; обеспечение ликвидации аварий в режиме реального времени.

Основным общешахтным АВР считается реверсирование вентиляционных струй. Его исследования проведены ВНИИГД в конце 70-х годов прошлого столетия [ссылка](#). Установлено среднее уменьшение аэродинамических сопротивлений путей движения внешних и внутренних утечек (подсосов) воздуха и увеличение сопротивления каналов вентиляторных установок. Особенность результатов заключается в том, что они характеризуют изменения аэродинамических характеристик элементов вентиляционной сети при плановом реверсировании вентиляции. Иначе говоря, экспериментальные исследования выполняли только после того, как специалисты приводили в рабочее состояние каналы вентиляторных установок и вентиляционные шлюзы. В большинстве случаев эти «процедуры» длились от 2 до 5 часов.

Необходимо отметить, что часто даже предварительная подготовка шахт к плановому реверсированию вентиляции не обеспечивала выполнение требований Правил безопасности к этому аварийному режиму вентиляции. На шахтах, отрабатывающих крутопадающие пласты угля, в большинстве случаев не происходило изменение направления движения воздуха в выемочных участках, т.е. во время реверсирования вентиляции воздух продолжал двигаться в том же направлении, что и в нормальном режиме проветривания. На предприятиях, добывающих уголь из пластов с залеганием более 10о, запаздывание опрокидывания вентиляционной струи в уклонных полях составляло от 15 до 40 мин.

За прошедшие 30 лет горно-технические условия на шахтах Украины ухудшились. Это связано с увеличением глубины ведения горных работ, длины участков выработок и усложнением схем вентиляции. Так, например, анализ планов ликвидации аварий для 40 выемочных участков (ГП «Добропольеуголь», «Красноармейскуголь», «Селидовуголь») показал, что в большинстве случаев участки воздухоподающие выработки включены в зону общешахтного реверсирования вентиляции, а в 82% случаев условия спасения людей не соответствуют требованиям Правил Безопасности и Устава ГВГСС. Времени действия респираторов не хватает на проведение разведки аварийных участков.

Главной причиной сложившейся ситуации (а она продолжает ухудшаться) является «экономная» подготовка выемочных полей и участков к отработке. Руководители и владельцы шахт удешевляют добычу угля за счет снижения безопасности систем разработки и схем вентиляции. К сожалению, доводы горноспасателей никто не «слышит». Можно предположить, что в этих условиях, они будут просто вынуждены отказываться от выполнения задач связанных со спасением шахтеров.

Основными причинами нарушения устойчивости вентиляционных струй при общешахтном реверсировании вентиляции являются противодействие естественной тяги и перераспределение взаимовлияния вентиляторов. В стволах глубоких шахт (более 800м) в холодное время года формируется естественная тяга, составляющая 1000-1400 Па. В вентиляционных контурах, включающих стволы и отдельные выемочные участки (шахты с крутопадающими пластами), в нормальных условиях естественная тяга достигает 80 Па, а после реверсирования может увеличиться в 1,5 – 2,0 раза. Это происходит вследствие того, что в стволы поступает воздух с

отрицательной температурой, а мощности вентиляторов главного проветривания не достаточно для преодоления противодействия естественной тяги. Особо сложные условия возникают на шахтах, где добычные работы ведутся сразу на двух горизонтах. Здесь вентиляционная струя не изменяет направление своего движения и в летнее время года.

Перераспределение влияния вентиляторов на проветривание шахтной вентиляционной сети (ШВС) происходит как правило из-за разной степени уменьшения сопротивлений путей внешних утечек (подсосов) воздуха и увеличения сопротивления каналов вентиляторных установок в реверсивном режиме (в тех случаях когда реверсирование осуществляется с помощью ляд и обводных каналов). В указанных случаях нарушения устойчивости проветривания (сохранение нормального направления движения воздуха) наблюдаются в тех частях шахты (группе горных выработок), где вентиляторы противодействуют друг другу. Особенно явно это проявляется, когда при общешахтном реверсировании вентиляции (или перед реверсированием) устье воздухоподающего ствола перекрывают пожарными лядами.

Исследования, проведенные специалистами ДонНТУ в последние два года (2007-2008г.), показали, что опасность нарушения устойчивости вентиляционных струй в реверсивном режиме проветривания существует на всех шахтах Центрального Донбасса.

Приведенное позволяет утверждать, что данные об уменьшении сопротивлений устьев стволов, каналов и вентиляционных дверей можно использовать только при моделировании планового реверсирования вентиляции. Причем, необходимо моделировать действие естественной тяги в тех вентиляционных контурах, где она формируется. Результаты расчетов следует учитывать при анализе эффективности реверсивного режима проветривания в ходе подготовки плана ликвидации аварий.

При возникновении пожара, когда времени на подготовку вентиляционных сооружений нет, результаты применения реверсивного режима проветривания непредсказуемы. Наибольшую опасность представляют собой случаи когда наклонная выработка с нисходящей вентиляционной струей находится в зоне реверсирования. Нормативные документы не предусматривают оценку устойчивости проветривания при пожарах в выработках с восходящим проветриванием. Поэтому после общешахтного реверсирования распределение воздуха в вентиляционной сети с тепловой депрессией пожара непредсказуемо.

Моделирование общешахтного реверсирования вентиляции в ходе ликвидации аварии возможно при условии, что вентиляционные сооружения приведены в рабочее состояние, т.е. исключена возможность отказа какого-либо из вентиляционных шлюзов. Соответствие воздухораспределения в виртуальной модели ШВС и в реальной сети возможно обеспечить, если данные о аэродинамических сопротивлениях шлюзов и устьев стволов, на которых установлены вентиляторы главного проветривания, получены для конкретной шахты, а действие контурной естественной тяги моделируется в тех вентиляционных контурах, где она формируется.

Следует также учитывать, что на шахтах, где в каналах регулярно образуются отложения угольной пыли, существует опасность возникновения рециркуляции вентиляционной струи через обводные каналы вентиляторной установки. В этих случаях отсекающие ляды (шиберы) не перекрывают сечения основных каналов и не фиксируются в обводных каналах.

Моделирование закорачивания вентиляционной струи в оперативной обстановке предусматривается только с использованием фактических данных о сопротивлении выработки с открытыми вентиляционными дверьми. Эти сопротивления необходимо заранее определять при плановых реверсированиях по специальной методике.

В случае моделирования установки переносных вентиляционных переемычек (при моделировании местного реверсирования вентиляции) надо учитывать данные экспериментальных исследований аэродинамических сопротивлений переемычек в аналогичных условиях.

В различных программных комплексах расчет тепловой депрессии пожара автоматизирован и осуществляется в соответствии с методикой НИИГД1, которая учитывает возможности формирования тепловой депрессии пожара в пределах одного вентиляционного контура. Если же наклонная выработка моделируется не одной ветвью, а несколькими, то в реальности предполагается формирование и действие тепловой депрессии пожара сразу в нескольких контурах. Для таких расчетов надо знать точное место возникновения пожара. В связи с этим существующую методику расчета и моделирования тепловой депрессии пожара можно применять только при решении задач плана ликвидации аварий. Место возникновения пожара всегда «принимают» в начале аварийной выработки (по ходу вентиляционной струи), а возможность выхода нагретых пожарных газов за пределы аварийной выработки не учитывают. В ходе ликвидации аварии такая методика моделирования неприменима, так как она не учитывает конкретные особенности формирования тепловой депрессии пожара. К недостаткам следует также отнести то, что в ней не принимается во внимание возрастание сопротивления аварийной выработки за счет увеличения объема воздуха в очаге горения.

Выводы

Данные о средних значениях аэродинамических сопротивлений элементов вентиляционных сетей после общешахтного реверсирования вентиляции можно использовать только для моделирования планового реверсирования вентиляционных струй. При этом необходимо учитывать действие естественной тяги в тех контурах, где она формируется. Методика расчета тепловой депрессии пожара рекомендуется при моделировании воздухораспределения в ходе ликвидации аварий лишь тогда, когда наклонная выработка состоит из одной ветви. Если она включает несколько частей (ветвей), то надо решать задачу формирования и действия тепловой депрессии пожара одновременно в нескольких вентиляционных контурах. Существующие программные комплексы рекомендуется применять для моделирования аварийных режимов только на стадии подготовки планов ликвидации аварий.