

УДК 622.245

УСТОЙЧИВОСТЬ СТАЛЬНОЙ КРЕПИ ПРИ СПУСКЕ НА ПЛАВУ

С. Н. ЦАРЕНКО

Рассмотрена задача устойчивости стальной крепи во время спуска на плаву как упругого весомого стержня, испытывающего сжатие и растяжение. Расчетная схема имеет существенное отличие от схем, которые были рассмотрены в задачах устойчивости бурильных труб. Таким образом, была сформулирована задача об определении критической нагрузки и получены расчетные зависимости, описывающие напряженно-деформированное состояние продольно-поперечного изгиба обсадной колонны с учетом состыковки растянутого и сжатого участков. На основе исследования уравнения устойчивости получена графическая зависимость влияния гибкости обсадных труб на значение критической нагрузки. В качестве примера найдена критическая длина обсадной колонны в соответствии с принятой технологической схемой спуска, которая была использована для крепления ствола диаметром 4,3 м и глубиной 385 м на шахте «Юбилейная» в Донецкой области (Украина) в 2012 г. В качестве практического решения обеспечения устойчивости колонны предложено изменение технологической схемы спуска.

Ключевые слова: стальная крепь; спуск на плаву; устойчивость сжатого стержня; обсадная труба; продольно-поперечный изгиб.

При креплении ствола диаметром 4,3 м, глубиной 385 м, который предполагалось оборудовать для клетового подъема на шахте «Юбилейная» в Донецкой области (Украина), ПАО «Донецкое ШПУ» был выбран способ спуска обсадной трубы на плаву для обеспечения вертикальности ствола в соответствии с требованиями стандарта (*Подземные горные выработки угольных шахт. Правила выполнения работ: стандарт организации Украины СОУ 10.1.00174131.004–2006*). Профилировка, составленная после осушения ствола, показала, что начиная с отметки 110 м происходит искривление оси ствола, а ее увод от вертикали на максимальной глубине составил 0,5 м (при допустимой величине 0,1 м). В связи с тем, что пробуренный ствол имел необходимое сечение в свету для отвесного спуска колонны, возникло предположение, что искривление оси обсадной трубы произошло за счет потери продольной устойчивости.

Проектирование крепи было выполнено в соответствии с нормами (*Общесоюзные нормы технологического проектирования шахтных стволов и скважин, сооружаемых способом реактивно-турбинного бурения (РТБ): ОНТП 3-80. М.: Минуглепром СССР, 1980. 74 с.*), где обсадная труба рассчитывается как цилиндрическая оболочка, усиленная шпангоутами, на прочность и устойчивость. Расчет технологических параметров спуска на плаву сделан с учетом рекомендаций [1, 2], согласно которым влияние осевой нагрузки в прочностных расчетах учитывается как дополнительное напряжение от сжатия. Таким образом, принятые на предприятии методы расчета и проектирования обсадной колонны не рассматривают специфику ее работы при спуске на плаву как гибкого весомого стержня.

Впервые задача устойчивости весомого стержня с двумя опертыми концами была поставлена и решалась Эйлером, а в дальнейшем – Гринхиллом для свободного верхнего и заземленного нижнего конца [3]. Впервые в горном деле для расчета бурильных колон решение по определению критических длин с применением функций Бесселя было получено А. Н. Динником [4], однако в своей работе он использовал ту же постановку задачи, что и Гринхилл, поэтому найденное

Царенко Сергей Николаевич – кандидат технических наук, докторант кафедры сопротивления материалов. 83001, Украина, г. Донецк, ул. Артема, 58, Донецкий национальный технический университет. E-mail: tzarenko@gmail.com