

УДК 622.258.3

Про причини виникнення підвищених навантажень на армування і напрямках його вдосконалення

Прокопов А. Ю., Прокопова М. В., Мірошніченко М. А.

Шахтинський інститут Південно-Російського державного технічного університету, Шахти, Росія

Анотація

Розглянуто проблеми в практиці проектування, будівництва і експлуатації систем «підйомна судина – армування». Вказано напрями вдосконалення жорсткого армування.

Із зростанням глибини розробки корисних копалин і будівництвом шахт великої потужності, виникла необхідність збільшення продуктивності підйомних установок.

Зберігання старих принципових рішень в нових умовах призвело до невідповідності між армуванням і параметрами підйомних установок, завдяки чому стали спостерігатися сильні поперечні коливання, вихід підйомних судин з провідників, руйнування закладення кінців розстрілів в кріпленні і, як наслідок, низька працездатність армування і підйому загалом.

Теоретичні дослідження причин аварійного стану армування показали, що динамічна система «підйомна судина – армування» при певних критичних станах швидкостей підйому може працювати в резонансних режимах. Внаслідок цього в практиці проектування, будівництва і експлуатації виникли наступні проблеми:

- зросла реальна вірогідність виникнення аварійних ситуацій з тяжкими наслідками із-за виходу підйомних судин з провідників і зачеплення ними за розстріли та інженерні комунікації;
- скоротився термін служби елементів армування із-за інтенсивного стирання провідників, накопичення втомного напруження і корозійного зносу;
- збільшилася вартість експлуатації стволів внаслідок великої трудомісткості регулярних оглядів і ремонтів вузлів кріплення армування, на виконання яких витрачалося більше 6 годин у добу;
- зріс в два і більше разів аеродинамічний опір стволів у зв'язку із завантаженістю перетину стволу в світлі елементами армування, їх недостатньою обтічністю, збільшенням глибини стволів і витратами повітря;
- трудомісткість робіт зросла до 15–20 % від загальних об'ємів робіт щодо спорудження стволу із збереженням великого об'єму ручної праці;
- на 25–40 % зросла тривалість армування стволу у зв'язку з ускладненням конструкції армування, підвищенням вимог до точності її монтажу, збереження великого об'єму ручної праці і збільшення термінів переоснащення ствола від проходки до армування.

Вказані вище недоліки могли бути усунені тільки в результаті принципових нових конструктивних змін жорсткого армування.

Виходячи з цього, вдосконалення жорсткого армування здійснюється по трьом основним напрямкам:

1. Створення науково-обґрунтованих методичних основ розрахунку.
2. Вдосконалення і типізація схем і конструктивних вузлів.
3. Розробка принципово нових схем і конструкцій.

До **першого напрямку** слід віднести роботи по дослідженню стійкості руху підйомних судин і створенню теоретичних основ розрахунку раціональних параметрів системи «судина – армування» по граничних станах [1].

У НДІІ ім. Федорова були виконані теоретичні дослідження і проведені обширні натурні експерименти в діючих стволах шахт з метою вивчення статичних і динамічних властивостей системи «судина – армування» [2].

Результати отриманих експериментальних даних і теоретичних розробок показали, що причина ненадійної роботи підйомних установок полягає, передусім, в проектних параметрах даної системи. Наслідки руйнування армування це незаперечні докази виникнення в системі за певних умов великих горизонтальних навантажень.

Було встановлено, що фізична суть появи горизонтальних навантажень на провідники від рухомої підйомної судини залежить від інерційних характеристик судини, параметрів роботи підйомної установки і закону зміни поперечної жорсткості провідників по довжині. Залежно від інтенсивності підйомної установки, визначуваної параметром mV^2 (де m – маса підйомної судини, V – швидкість руху), можливі наступні характерні випадки:

- при малих значеннях mV^2 горизонтальні сили взаємодії в даній системі визначаються непрямолінійністю робочих профілів провідників, різкими зламами профілю на стиках, нецентрової підвіскою судини і іншою недосконалістю. Ці сили малі і не спричиняють помітних прогинань провідників;
- при середніх значеннях інтенсивності mV^2 , реалізуються стаціонарні коливальні процеси, обумовлені динамічними властивостями коливальної системи;
- при максимальних значеннях mV^2 в системі розвиваються навантаження, що приводять до залишкових деформацій провідників і розстрілів або до їх повного руйнування.

Таким чином, при певній інтенсивності mV^2 пружна деформація провідників від нецентрової підвіски судини і відхилення профілю провідників від вертикалі є тільки причиною первинного збудження горизонтального розгойдування вертикально рухомої судини, а динамічні навантаження є наслідком складної взаємодії маси судини з неоднорідно жорстким армуванням.

При несприятливих поєднаннях параметрів системи «судина – армування» і режимів руху судини, що зустрічає регулярну періодичну зміну поперечної жорсткості провідників, рух може виявитися нестійким.

Основним фактором, що зумовлює цей небезпечний режим, є конструктивна особливість провідників, які спираються з однаковим кроком на горизонтальні розстрільні балки. Строго детермінований період зміни функції поперечної жорсткості провідників уздовж ствола визначає виникнення в динамічній системі «судина – армування» параметричних коливань і залежно від параметрів системи можливість реалізації параметричного резонансу. Якщо в жорсткому армуванні виникло динамічне розгойдування рухомої в стволі судини, то це явище продовжуватиметься і в місцях ідеально прямолінійних провідників, жорсткість яких змінюється періодично.

Основними параметрами системи, які визначають небезпечні області резонансних режимів є: крок армування, інтенсивність підйомної установки, опорна жорсткість опорних балок під провідником, вигинна жорсткість перетинів провідників.

До **другого напрямку** вдосконалення армування відносяться роботи із створення нових профілів прокату для елементів армування, що відрізняються підвищеною жорсткістю, зручнообтічними формами і економічністю, методів зниження аеродинамічного опору розстрілів шляхом встановлення на них обтічників, конструюванню працездатних роликів опор для підйомних судин і вдосконаленню схем.

Практичною реалізацією першого і другого напрямів з'явилася розробка науково обгрунтованої методики розрахунку жорсткого армування [3] і нового типового проекту перетинів вертикальних стволів з жорсткими провідниками [4].

До **третього напрямку** відноситься розробка принципово нових безрозстрільних консольних, консольно-розпорних блочних схем армування.

Враховуючи особливості роботи безрозстрільних схем армування (консольних, консольно-розпорних, блокових) і актуальність їх впровадження були виконані ряд теоретичних робіт, присвячених створенню науково-методичних основ проектування [5–8].

Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. У розвитку жорсткого армування вертикальних шахтних стволів просліджується логічна послідовність розвитку конструктивних і технологічних рішень жорсткого армування вертикальних стволів внаслідок зростання інтенсивності роботи шахтних підйомів, накопичення досвіду і теоретичних знань, від простих стрижньових систем з металевих і

- дерев'яних елементів до зварних коробчатих профілів, консольних і консольно-розпорних, плоским і об'ємним, великоблочним конструкцій.
2. Широко вживаємі в гірничий промисловості багаторозстрільні конструкції армування в сучасних умовах володіють істотними недоліками, головними з яких є: висока металоємність конструкцій, велика захарашеність поперечного перетину розстрілами і внаслідок цього високий аеродинамічний опір ствола, велика трудомісткість виготовлення і монтажу, змінна жорсткісна характеристика по глибині ствола та ін.
 3. Одним із способів усунення вказаних недоліків в проектуванні і монтажі армування є перехід до малорозстрільних і безрозстрільних схем армування, працездатність і ефективність застосування яких підтверджуються теоретичними розрахунками, а також позитивним прикладом будівництва і експлуатації вертикальних стволів у вітчизняній і зарубіжній практиці.
 4. У вітчизняній вугільній промисловості набули поширення комбіновані схеми армування вертикальних стволів з розстрілів і консолей, включені в типові матеріали.
 5. За кордоном безрозстрільна схема армування з кріпленням елементів анкерами застосовується при будівництві нових і реконструкції діючих вертикальних стволів. Відмітними особливостями цих рішень від вітчизняних слід вважати конструктивно – проектні рішення, викликані особливістю підйомних судин і їх розміщення в стволі.
 6. Істотним фактором, що визначає розвиток нових безрозстрільних конструкцій, є розробка і впровадження способів кріплення елементів армування на анкерах.
 7. Значний розвиток у вітчизняному шахтному будівництві отримала консольне і консольно-розпірне армування, що базується на ряду глибоких досліджень і досвідчено-промислових випробуваннях.
 8. Подальшим розвитком цього напрямку вдосконалення жорсткого армування слід вважати блочне армування.
 9. Відомі дослідження в області блочної технології армування носять характер фрагментації. Залишаються неопрацьованими методика розрахунку і дослідження блочного армування, технологічні схеми його монтажу, не визначена область його ефективного застосування.

Библиографічний список

1. Баклашов И. В. Расчет армировки вертикальных стволов шахт по предельным состояниям. – М.: Недра, 1968. – 135 с.
2. Гаркуша Н. Г., Храмов А. А. Обзор мирового опыта проектирования жестких армировок вертикальных стволов шахт. – М.: ЦНИЭИуголь, 1982. – 52 с.
3. Методика расчета жестких армировок вертикальных стволов шахт. – Донецк: ВНИИГМ им. М. М. Федорова, 1985. – 160 с.
4. Типовые материалы для проектирования 401-011-87-89. Сечения и армировка вертикальных стволов с жесткими проводниками. Южгипрошахт, 1989.
5. Ягодкин Ф. И. Научно-методические основы проектирования ресурсосберегающей технологии строительства глубоких вертикальных стволов: Дисс. ... д-ра техн. наук. МГИ, 1990. – 260 с.
6. Левит В. В. Разработки и обоснование технологии и параметров армирования вертикальных стволов с применением расстрелов на анкерах: Дисс... канд. техн. наук. ДГИ, 1993. – 165 с.
7. Прокопов А. Ю. Технология армирования вертикальных стволов шахт безрасстрельными конструкциями армировки: Дисс... канд. техн. наук. НГТУ, 1998. – 130 с.
8. Страданченко С. Г. Технология армирования вертикальных стволов на участках деформирующегося породного массива: Дисс... канд. техн. наук. НГТУ, 1998. – 102 с.

© Прокопов А. Ю., Прокопова М. В., Мірошніченко М. А., 2008.