

водительности добычного участка современной шахты может приводить к большим экономическим потерям.

В ходе нормального пуска конвейера его скорость постепенно увеличивается от нуля до номинального значения. Потребляемая сила электрического тока уменьшается от пускового до тока, равного значению потребляемой мощности при данном виде нагрузки. Для различных конвейеров величина времени достижения номинальной скорости конвейера может изменяться от единиц до десятков секунд. Возможен случай, когда данная скорость не достигается вследствие частичного проскальзывания барабана привода и ленты. Если сила тока, потребляемого двигателем (двигателями) конвейера, близка к номинальному, а скорость не равна номинальной с определенной степенью неопределённости, это говорит о частичном проскальзывании. Этот недостаток можно устранить методами, которые уже достаточно полно изучены и реализованы.

Вторым крайним значением является отсутствие или малое значение скорости движения ленты при практически неизменной силе потребляемого электродвигателем тока, равного пусковому. При этом практически вся энергия расходуется на нагрев электродвигателя. Защита электродвигателя от незапуска достаточно полно разработана и реализована. Она может быть дополнена применением и прилагаемого варианта аппаратуры защиты конвейера.

Третий случай: отсутствие или малое значение скорости движения ленты при снижении силы потребляемого электрического тока приводом конвейера. Это говорит о снижении скольжения электрического двигателя, т.е. о его вращении. При номинальной или близкой к ней скорости вращения скольжение может измениться в небольших пределах. В то же время сила потребительского тока может меняться существенно. Так, если скорость движения ленты равна нулю, а сила тока равна (с неопределённостью, индивидуальной для данного типа электродвигателя) силе тока холостого хода без учёта привода (муфты и редукторы), это говорит о неисправности привода – отсут-

ствие физической связи электродвигателя с муфтой и редуктором. Характерным примером является выход из строя шпонки или муфты, обрыв или полный сход ленты с привода, гораздо реже причиной отсутствия связи является механическое разрушение привода. В этом случае сила электрического тока равна току холостого хода с учетом мощности, потребляемой муфтой, редуктором и подшипниками барабана привода.

Наиболее опасным, с точки зрения пожарной безопасности, является случай, когда сила электрического тока электродвигателя привода находится в диапазоне от номинального (или близко к нему) и тока холостого хода при отсутствии скорости движения ленты. Тогда можно говорить, что большая часть потребляемой мощности (за исключением мощности, расходуемой на вращение привода и муфты), т.е. с учетом КПД, расходуется на преодоление силы трения между барабаном и лентой, причем не имеет значения, почему лента не движется: малое натяжение, попадание смазки и угольной пыли, по какой-либо причине и даже обрыве ленты. При этом энергия в основном выделяется в тепловом виде, часть затрачивается на разрушение ленты. Неопределённость определения тепловой энергии, накапливаемой в барабане привода конвейера и ленте конвейера, в основном зависит от соотношения этих двух процессов: выделения тепла и разрушения ленты.

При критическом уровне накопленной тепловой энергии, на границе скольжения материалы доходят до температуры воспламенения, когда может возникнуть открытое пламя и произойдет развитие пожара.

Определив энергию, затрачиваемую на преодоление силы трения, можно спрогнозировать наступление времени в месте контакта барабана и ленты критической температуры и произвести отключение привода, не доведя ситуацию до критической, с определённым запасом во времени, снижающим близкие неопределённости измерения и метода контроля.

Данный алгоритм может быть реализован в современной микропроцессорной аппаратуре управления шахтными конвейерами с использованием серийно выпускаемой аппаратуры контроля и управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. М.: Энергия, 1978. 704 с.
2. Руководство по ревизии, наладке и испытанию ленточных конвейеров и конвейерных линий угольных и сланцевых шахт / М.С. Глухов, Е.А. Колядин, В.А. Чумаков и др. М.: Недра, 1983. 205 с.
3. О состоянии противопожарной защиты на конвейерном транспорте / В.С. Шалаев, А.В. Шалаев // Вестник КузГТУ. 1999. № 5. С. 54-56.
4. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров. М.: Машиностроение, 1987. 336 с.

ӘОЖ 622.271=512.122

СӘБДЕНБЕКҰЛЫ Ә.,
ҚАПАСОВА А.З.

Сырғу беттердегі тік жардың биіктігін негіздеу

Қиябеттердің орнықтылығын зерттегенде сырғу беттердің сілемдегі орны мен пішіні әрқашанда негізгі сұрақ болып келеді.

Көптеген ғалымдар таужыныстардың тік бағытта

жылжуының орнықтылығын қарастырған кезде, цилиндрлік шеңбердің беті немесе жазықтық түріндегі беттермен шектелген тұтас тепе-теңдік жағдайымен байланыстырады.

Тік бағытта құлап түсетін шекті биіктік (1-сурет), жылжудың жағық беті үшін, ішкі үйкеліс бұрышы мен таужыныстардың ұстастығы еселігін ескере отырып шығарылған:

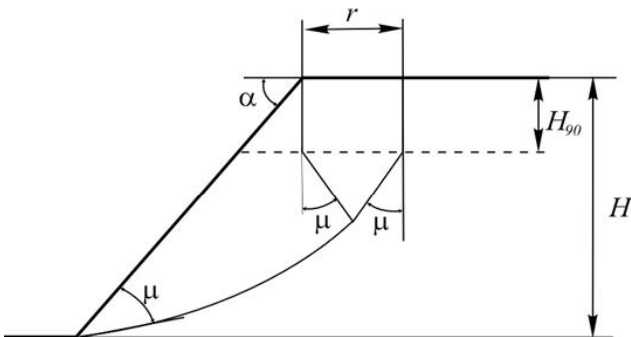
$$H_{90} = \frac{2k}{\gamma} \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right), \quad (1)$$

мұндағы k – жыныстардың ұстастық еселігі, МПа;
 ρ – ішкі үйкеліс бұрышы, град;
 γ – таужыныстардың көлемдік салмағы, кг/м³.

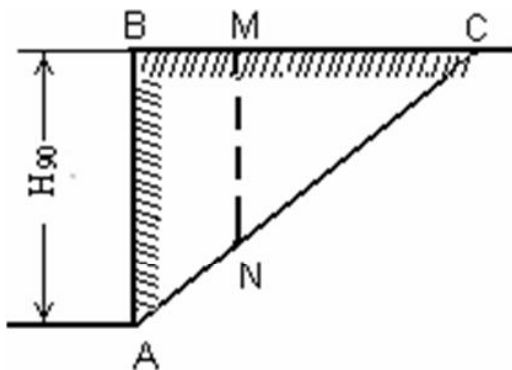
Көптеген зерттеулерде қол жеткізген нәтижелер және ондағы елеулі жұмыстардың орындалуына қарамастан, ашық кеніш қиябеттерінің орнықтылығын қамтамасыз ету мәселесі одан әрі жетілдіруді талап етеді.

Жерсілемде қия беттерді түзгенде, олардың жоғарғы жиегінің деңгейінде тік жарлар қалыптасады. Осы қалыптасудың физикалық негізін талдағанда екі түрлі пікір болуы мүмкін. Оның алғашқысы түзілген қияның жоғарғы деңгейінде таужыныс бұзылғанда пайда болатын тік жардың биіктігі (1) – кейіптеуіштен анықталады.

Оның себебі таужыныстар біртекті (монолит) емес. 2-суреттегі ABC призмасының AC бетінде жылжу алаңы пайда болғанда, оның үстінгі бөлігінде созылым кернеу пайда болып, үзіліп түсу әлсіз бет MN бойымен үзіліп түседі деп есептейді [1]. Таужыныстардың созылымға қарсылығы төмен және жарықшақтар созылым кернеуіне байланысты беттерде дамындығын, есепке алатын әдіс жасалынбаған.



1-сурет – Біртекті ортада сырғу сызығын құру үлгісі



2-сурет – Тік бағытта жылжудың шекті биіктігі

Таужыныстардың мықтылығы деп олардың әсер етуші, статикалық, күшке қарсы төзімділігін айтады. Мұндағы «төзімділік» дегеніміз қойылған салмаққа

(күшке) таужыныстың бұзылмай шыдауының шегін білдіреді.

Статикалық сынақ кезінде таужыныстардың үлгілерінің бүйір беттерінде қысу бағытымен $\varphi = 45^\circ - 0,5\rho$ бұрышын жасайтын және үлгінің жоғарғы мен төменгі қысым қойылған беттерінің шетінен басталып, ортасында өзара қиылысатын, екі сырғу беттері болатынын кезінде Кулон білген еді.

Таужыныстардың үлгілерінің сынуының геометриясын қарастырғаннан, мұнда екі сырғу бет бар және олардың арасындағы бұрыш ω екен. Осы бұрыштың жартысы

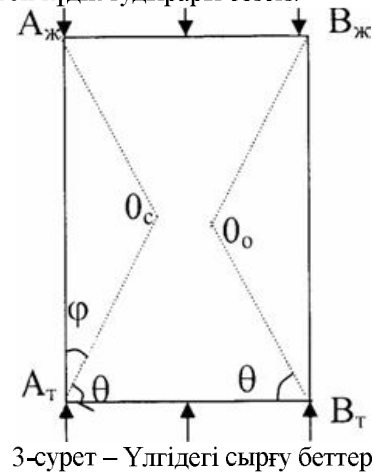
$$\theta = 45^\circ \div 0,5\rho,$$

ал сырғу беттердің қойылған күштің бағытынан ауытқу бұрышы

$$\varphi = 90^\circ - \theta,$$

ол ρ мен өрнектегенде $\varphi = 45^\circ - 0,5\rho$ болады.

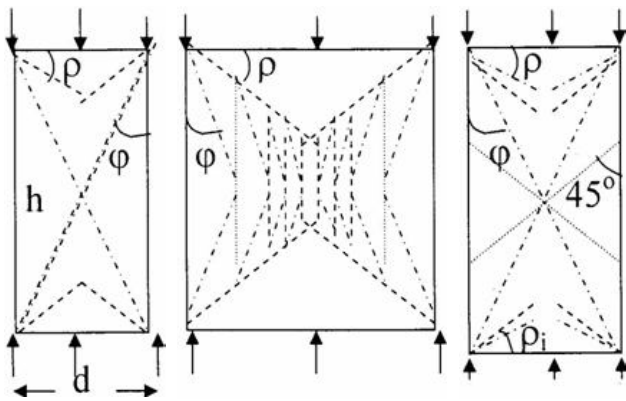
Ғылымда бұрыннан белгілі таужыныстардың «сипаттамалық бұрыштары» [2, 3] деп аталатын шамалар (3 – сурет) және олар, φ мен θ , сырғу беттердің қилысатын 0_c немесе 0_o төбелерінде болады. Бір үлгінің орта белінде, 0_c және 0_o , екі төбенің болуы бұл үлгі тұтасымен бір бағытты қысымнан сынады дегенге сай ма екен деген күдік тудыраы сөзсіз.



3-сурет – Үлгідегі сырғу беттер

Егер 0_c мен 0_o нүктелері болмай тек бір ғана 0 нүктесі болса, онда үлгінің екі ашық беттеріне қарай бүйір қабырғаларындағы таужыныстар жылжып кетті деп ұғынуға болады. Мұндай жағыдай тек үлгінің өлшемдерінің қатынасы $d/h = \operatorname{tg}\varphi$ болғанда ғана орындала алады (4,а-сурет). Бұл қатынас $d/h > \operatorname{tg}\varphi$ болса, онда үлгінің ортасында қысымның кернеуі алдыңғыдағыдай σ_{kc} емес, одан артық болғанда ғана үлгі сынуы керек.

а б в

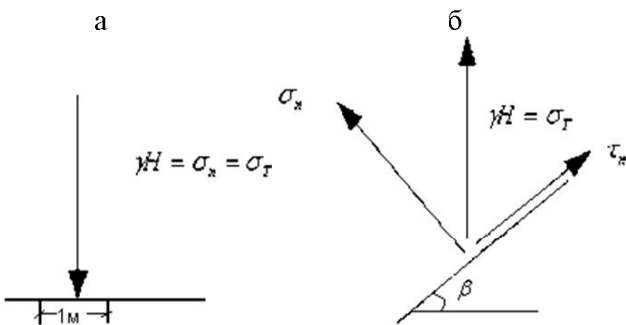


4-сурет – Ені d мен биіктігінің h қатынасына байланысты үлгідегі сырғу беттер:
 $a - d/h = \operatorname{tg}\varphi$; $b - d/h = l$; $v - \rho \rightarrow 0$ болғанда

Осы кезде таужыныстардың мықтылықтарының қандай тәсілмен және кернеулік күйінде анықталғаны туралы мәліметтер толығымен келтірілмейді. Соның салдарынан геомеханикалық шешімдіктер тиіақты бола бермейді де, өндірістің мәселесі оңтайлы шешімін таппайды.

Өлшемдерінің қатынасы $d/h = l$ болатын үлгінің кескін бейнесі шаршы (квадрат) болады (4,б-сурет). Осы шаршы кескінің екі бүйірінен, бір бағытты қысымнан болатын φ бұрышына ауытқыған сырғу сызықтарды салғанда, олардың қиылысу нүктелері ρ көбейген сайын өзара алшақтай береді де, тек $\rho = 0^\circ$ болғанда ғана екі төбе бір нүктеде түйісе алады. Морт таужыныстарда әр уақытта $\rho > 0$ болатындықтан өлшемі $d/h = l$ үлгінің ортасындағы кернеуліктің физикасын арнайы талдау қажет.

Өлшемдерінің қатынасы $d/h = l$ болатын үлгілерді сынаудың нәтижесінен олардың бүйір беттерінің бір бөлігі, ортасымен салыстырғанда, төмендеу қысымда болатыны белгілі. Үлгінің осы төмен қысымдағы бөлігі, ортасымен салыстырғанда, аз мөлшерге сығылады. Осының нәтижесінде, бір үлгінің бойында екі түрлі мөлшерде болатын сығылыстардың аралық сызығында сырғу бет пайда болып, үлгі екіге бөлінеді. Қысым үлгінің сыну шегіне жеткенде, оның шеткі бөлігі бірінші болып, түсіп қалады. Сол, бірінші болып түсетін бөлшектердің бөлінуі үлгінің бойындағы кернеуліктің бүйір беттеріне таман кеміп, ортасында ең үлкен мәнді болатындығынан.



5-сурет – Жазықтықтарға қатысты кернеулердің жіктелуі

Үлгінің ортасындағы үлкен мәнді кернеудің пайда

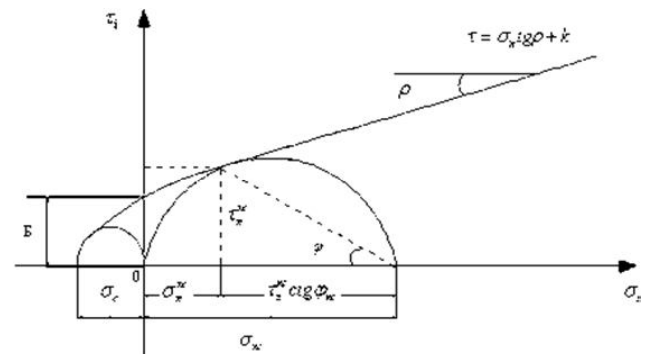
болуының тегін ұғыну үшін механикадан белгілі таптауыр мен жанама кернеулердің өзара байланысын еске алайық $\tau_{mi} = \sigma_{ni} \operatorname{tg}\rho_i + B$. Осы теңдеу үлгінің сынар алдындағы кернеуленуінің шектік мәндерін көрсетеді.

Жерсілемдегі сырғу беттерде жоғарыдан түсетін салмақтың әсерінен болатын кернеулер γH арқылы табылады. Солардың ішінде жанама кернеу негізгі сырғытушы күш ретінде қабылданады.

Жерсілемдегі тік бағыттағы γH салмақ деңгейлі жазықтықта таптауыр кернеу σ_n -ді тудырады. Ал, көлбеу жазықтықтарда сол $\gamma H = \sigma_n$ -тік кернеу және τ_n -жанама кернеу мен таптауыр кернеулерге жіктеледі (5-а,б-сурет).

Тереңдік H -тың шамасына қарай сырғудың қандай түрі қалыптасатындығын сол сілемдегі таужыныстардың мықтылық құжатын қарастырудан көруге болады.

Таужыныстардың үлгілерін сынақтаудың нәтижесінен олардың мықтылықтарының көрсеткіштері графикалық және мәндік түрінде құжатталады және ол – мықтылық құжат деп аталады (6-сурет). Мықтылық төлқұжатынан σ_{ni} -таптауыр кернеуінің өсуіне байланысты τ_{ni} - жанама кернеуінің өсуі шарт.



6-сурет – Таужыныстардың мықтылық құжаты

Мықтылықтың шамасы созылым кернеуінен бастап, сыналатын үлгінің бір бағытты қысымға қарсылығының шамасына дейінгі аралықтағы орам сызықтың теңдеуі екені белгілі [4].

$$\tau_{ni} = \sqrt{p(\sigma_{ni} + \sigma_c)}$$

мұндағы σ_c – созылым кернеу;

$$p = (2 - 2\sqrt{n+1} + n)\sigma_c - \text{Г.Н. Кузнецов}$$

ұсынған параболаның өлшемдігі.

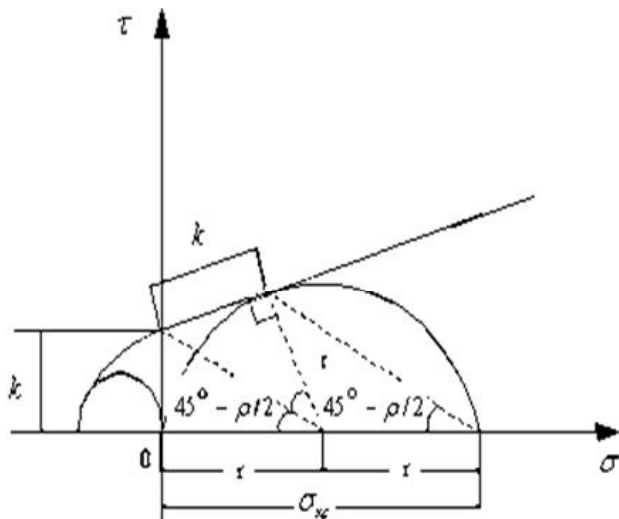
Осы теңдеудегі σ_{ni} мәнін өзгерте отырып талдағаннан:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{n1} = -\sigma_c \text{ болса, } \tau_{n1} = 0; \\ \sigma_{n2} = 0 \text{ болса, } \tau_{n2} = \sqrt{p\sigma_c}; \\ \sigma_{n3} = \sigma_n^{\text{кыс}} \text{ болса, } \tau_{n3} = \sqrt{p(\sigma_n^{\text{кыс}} + \sigma_c)} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Жоғарыда келтірілген (1) кейіптеуіште көрсетілген γH_{90} кернеуі пайда болғанға дейін, τ_{ni} – кернеуінің мәні $0 \leq \tau_{ni} \leq \sqrt{p(\sigma_n^{\text{кыс}} + \sigma_c)}$ өзгереді.

Сонымен, тік бағытта сырғып түсе алатын жардың биіктігі деп аталып жүрген, бірақ шын мәнісінде бір бағыттағы қысым күйінде болатын нүктенің Жердің бетінен тереңдігі:

$$H_{kc} = (\sigma_m^{kc} + \tau_m^{kc} \operatorname{ctg} \varphi_{kc}) / \gamma,$$



7-сурет – H_{90} -анықтаудың тәсімі

мұндағы $\sigma_{kc} = (\sigma_m^{kc} + \tau_m^{kc} \operatorname{ctg} \varphi_{kc})$ бірлік алаңдағы таужыныстардың бағанының кернеуі (6-сурет).

$$7\text{-суреттен көрініп тұрғандай, } \sigma_{kc} = 2k \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right)$$

болады.

Сондықтан $H_{90} = H_{kc}$.

Енді квадрат параболамың қасиетін қарастырсақ, сілемде пайда болуы мүмкін жарлардың биіктіктері былай табылады:

– егер, қабылданған орам сызық квадрат парабола болса, онда $\sigma_m = 0$ болғандағы жардың биіктігі

$$H_0 = \left(\frac{\sqrt{p\sigma_c}}{\gamma} \right) \operatorname{ctg} \varphi_{kc};$$

– егер, $\sigma_m = -\sigma_c$ болғанда, $\tau_m = 0$ болатындықтан кернеулердің бұл мәндерінде жер беттің бұзылуы үшінші дүркін жар түзейді және оның биіктігі

$$H_{jc} = \frac{\sigma_c}{\gamma}.$$

Жоғарыда көрсетілгендей жер бетінен төмен H_i тереңдікте таужыныстардың бәрінің ішінде, γH салма-

ғынан, олардың сол тереңдіктегі мықтылық шегіне сәйкес келетін, кернеулер пайда болады екен.

Сонда жерсілемнің сырғып бұзылуының тәсілдерінде үш дүркін тік жарлар пайда бола алады. Бірақ, табиғаттағы сақталатын тік жар H_{jc} -дан аса алмайды. Себебі осы тереңдікке дейін σ_c -нан басқа кернеулілік жерсілемде болмайды. Олай болса сілемдегі сырғу бет тек H_{90} -нан емес H_{jc} -дан басталады екен.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов угольных карьеров. М.: Углетехиздат, 1956. 229с.
2. Свойства горных пород и методы их определения / Под ред. М.М. Протоdjяконова. М.: Недра, 1969. 392 с.
3. Прочность и деформируемость горных пород / Под общ. ред. А.Б. Фадеева. М.: Недра. 1979. 269 с.
4. Сәбденбекұлы Ө. Таужыныстардың сілеміндегі құрылыстар түзетін механика. Қарағанды, 2006. 235 б.

УДН 622.284(574.32)

**ДЕМИН В.Ф.,
СУДАРИКОВ А.Е.,
ДЕМИН В.В.,
БАЙМУЛЬДИН М.М.**

Исследование технологических параметров применения сталеполимерных анкеров

Решение вопроса поддержания выработок возможно лишь при использовании несущей способности

породного массива и создания взаимоувязанной системы «крепь – порода». В этой связи исследования в