

The article is devoted to study of tumbling mill synchronous drive dynamics. The goals of the research are the follows: determination of synchronous drive elastic characteristic, foundation of their mathematical model and making up of dependences for the definition of electromagnetic rigidity. The equivalent scheme of synchronous drive as an oscillator is presented in the article. It is shown, that the electromagnetic rigidity of synchronous drive is the major parameter of the drive mechanical system. It is shown, that the electromagnetic characteristics of synchronous drives are essentially depended on transition processes in the drive electromagnetic system. The calculation technique of synchronous drive electromagnetic rigidity coefficient is presented. The coefficient of rigidity is determined by the investigation of electromagnetic moment oscillations under the action of drag torque which is varied stepwise. It is founded, that the elastic characteristic of synchronous drive can be approximated by linear dependence with constant value of rigidity coefficient. The numerical investigations of the dynamics of several synchronous drives are carried out.

The input data for calculations are obtained on the basis of corresponding drive logbooks. The calculations are carried out by integration of Park-Horev equations. The calculation results of characteristic oscillation frequency, electromagnetic rigidity coefficient and energy dissipation coefficient of corresponding drives are presented. The dependences are obtained which allow determining the electromagnetic rigidity of synchronous drive at nominal conditions of work taking into account the drive power and the rotor rotation frequency. It is shown, that to a first approximation the electromagnetic rigidity is in direct proportion to drive power and is inverse proportion to rotation frequency in third order. The calculated dependencies for determination of angle of rotor departure and characteristic oscillation frequency are obtained.

**Keywords:** *synchronous motor, oscillator, mathematical model, torsion rigidity*

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук  
В.П. Франчуком. Дата знаходження рукопису 08.09.11*

УДК 622.673.1

**К.С. Заболотний, д-р техн. наук, проф.,  
О.Л. Жупієв, Є.М. Сосніна**

Державний вищий навчальний заклад  
„Національний гірничий університет“, м. Дніпропетровськ,  
Україна, e-mail: mmf@ua.fm

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ РОЗРІЗНИХ БАРАБАНІВ ШАХТНИХ ПІДНІМАЛЬНИХ МАШИН

**K.S. Zabolotnyi, Dr. Sci. (Tech.), Professor,  
O.L. Zhupiyev, Ye.M. Sosnina**

State Higher Educational Institution "National Mining University",  
Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: mmf@ua.fm

### STUDY OF DEFLECTED MODE OF MINE WINDER SPLIT DRUMS

Вітчизняні шахтні піднімальні машини у порівнянні із зарубіжними аналогами мають більшу вагу за рахунок різноманітних підкріплень та менший термін служби. Тому дослідження напружено-деформованого стану (НДС) – це актуальна наукова задача. Шахтна піднімальна машина (ШПМ) з розрізним барабаном має дві частини барабана, на поверхню якого намотуються дві гілки канату. Щоб канат безперешкодно рухався по оболонці барабана, усі можливі підкріплення необхідно розміщувати всередині барабана. Тому необхідно дослідити вплив декількох видів підкріплень розрізного барабана шахтної піднімальної машини на його НДС. Причому, для дослідження важливу роль грає навантаження на барабан. Навантаження може бути вісесиметричним або несиметричним. До першого виду відноситься тиск на канавки обичайки від намотаного каната. Другий вид навантаження включає у себе: навантаження на гальмові поля від гальма при аварійному та робочому режимах, зосереджені сили від намотуваного та змотуваного канатів, власна вага барабана з намотаним канатом, відцентрова сила. Виявлено, що несиметричне навантаження незначно впливає на НДС барабана, а розрахунок при цьому сильно ускладнюється. Рекомендовано використовувати лише тиск від каната на обичайку з урахуванням коефіцієнта ослаблення натягу в намотаних витках каната. Потрібно визначити найбільш раціональну схему прикладення тиску від витків намотаного каната до обичайки барабана, адже можливо не враховувати коефіцієнт ослаблення натягу в намотаних витках каната. При комп'ютерному моделюванні барабана ШПМ необхідно звернути увагу ще й на те, що деякі зварні з'єднання виконані без обробки кромок, тобто з непроваром кореня шва, і дослідити його вплив на НДС барабана. Беручи до уваги вищезазначене, потрібно навести рекомендації щодо підвищення терміну служби барабана піднімальної машини.

**Ключові слова:** *шахтна піднімальна машина, розрізний барабан, зварний шов з непроваром кореня, концентратори напружень, стрингерне підкріплення*

Досліджувалася шахтна піднімальна машина (ШПМ) ЦР-6х3, 4/0, 6.

Вихідні дані: статичний натяг каната у вантажній гілці 363 кН; розрахунковий натяг у вантажній гілці каната з урахуванням динаміки руху при прискоренні 1 м/с – 400 кН; статичний натяг каната в порожняко-

К.С. Заболотный; заявник та патентовласник закрытого акционерного товариства „Новокраматорський машинобудівний завод“ – u201010354; заяв. 25.08.2010; опубл. 11.04.2011; Бюл. № 7. – 2 с.

Ovchynnikov, Yu.M., Kozlov, P.M., Protyniak, I.S., Lavrenko, Yu.V. and Zaboblotnyi, K.S. *Baraban shakhtnoyi pidiomnoi mashyny* [Mine winder drum], Ukraine, pat. 58251: МПК В66В 15/00, ЗАТ “Novokramatorskui mashynobudivnyi zavod” u201010354, application date August 25, 2010, Publ. date April 11, 2011; Bulletin no.7, 2 p.

2. Заболотный К.С. Обоснование компьютерной модели барабана и расчетных нагрузок шахтной подъемной машины / К.С. Заболотный, А.Л. Жупишев, Е.Н. Соснина // Геотехническая механика: Межведомственный сборник научных трудов / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск: 2011. – Вып. 92. – 280 с.: ил., табл. – библиогр.: с. 275–278

Zaboblotny, K.S., Zhupiyev, A.L. and Sosnina, Ye.N. (2011), “Computer model of mine winder drum and calculation of loads”, *Geotekhnicheskaya mekhanika*, Dnepropetrovsk, Ukraine, Issue 92, pp. 275–278.

Отечественные шахтные подъемные машины в сравнении с зарубежными аналогами имеют больший вес за счет разнообразных подкреплений и меньший срок службы. Поэтому исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) – это актуальная научная задача.

Шахтная подъемная машина (ШПМ) с разрезным барабаном имеет две части барабана, на поверхность которого наматываются две ветви каната. Чтобы канат беспрепятственно двигался по оболочке барабана, все возможные подкрепления необходимо размещать внутри барабана. Поэтому необходимо исследовать влияние нескольких видов подкреплений разрезного барабана шахтной подъемной машины на его НДС. Причем, для исследования важную роль играет нагружение барабана. Нагружение может быть осесимметричным или несимметричным. К первому виду относится давление на канавки обечайки от намотанного каната. Второй вид нагрузки включает в себя: нагрузку на тормозные поля от тормоза при аварийном и рабочем режимах, сосредоточенные силы от наматываемого и сматываемого канатов, собственный вес барабана с намотанным канатом, центробежную силу. Обнаружено, что несимметричная нагрузка незначительно влияет на НДС барабана, а расчет при этом сильно усложняется. Рекомендовано использовать лишь давление от каната на обечайку с учетом коэффициента ослабления натяжения в намотанных витках каната.

Необходимо определить наиболее рациональную схему приложения давления от витков намотанного ка-

ната к обечайке барабана, поскольку возможно не учитывать коэффициент ослабления натяга в намотанных витках каната. При компьютерном моделировании барабана ШПМ необходимо обратить внимание еще и на то, что некоторые сварные соединения выполнены без разделки кромок, то есть с непроваром корня шва, и исследовать его влияние на НДС барабана.

Принимая во внимание вышеупомянутое, необходимо привести рекомендации относительно повышения срока службы барабана подъемной машины.

**Ключевые слова:** шахтная подъемная машина, разрезной барабан, сварной шов с непроваром корня, концентраторы напряжений, стрингерное подкрепление

Domestic mine winders in comparison to foreign analogues weight more because of different reinforcements and have shorter operation life. Thus, study of the deflected mode is an urgent research issue.

Mine winder with split drum has two parts on one cylinder for winding of two ropes on it. All possible reinforcements should be located inside the drum in order to ensure free move of the rope on its surface. Thus, research of the influence of different kinds of reinforcement on deflected mode of mine winder drum is required. Load level is important for the research. The load can be either axis-symmetrical or non-symmetrical. The load of first type is the winded rope pressure. The second type of the load includes the load on the break area during emergency or operating mode of braking, concentrated forces of winded and unwinded ropes, own weight of the drum with winded rope and centrifugal force. It was determined that non-symmetrical load influences a lot on deflected mode of the drum and the calculations become more difficult. It is recommended to use only the rope pressure on drum ring considering the rate of tension decrease in the winded rope.

It is necessary to determine the most rational schema of the winded rope pressure on the drum ring, because it is possible not to take into account rate of tension decrease in the winded rope. In the process of computer modeling of the mine winder drum it is required to pay attention to some welding connections created without edge processing, meaning that it was made with poor penetration of joint root, and to study its influence on deflected mode of the drum.

Taking into account mentioned above it is necessary to give recommendations regarding improvement of operation life of the mine winder drum.

**Keywords:** mine winder, split drum, weld joint with faulty fusion joint root, concentrators of tension, stringer reinforcements

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.П. Франчуком. Дата знаходження рукопису 14.06.11