

## ИЗНОСВАНЕ НА СТРАНИЧНИТЕ КАПАЦИ НА ЦЕНТРОБЕЖНИТЕ САЧМЕНИ СЪЕДИНИТЕЛИ

**Венелин Тасев<sup>1</sup>, Любен Тасев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

<sup>2</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", НРБМО, 1700 София

**РЕЗЮМЕ.** Извършено е изследване на причините за износване на страничните капази. Посочени са основните причини за получаване на това нежелателно явление. Направени са предложения за елиминиране на износването, които са изпробвани в практиката и са доказали своята ефективност.

### WEAR AND TEAR OF THE SIDE PANELS OF A CENTRIFUGAL BALL JOINT

*Venelin Tasev<sup>1</sup>, Lyuben Tasev<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

<sup>2</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", NRBMO 1700 Sofia

**ABSTRACT.** Analysis is made of the reasons for deterioration of the side panels. The main reasons for getting this undesirable phenomenon are pointed. There have been proposals to eliminate wear that are tested in practice and have proven effective

### 1. Увод

Фрикционният въртящ момент в центробежните сачмени съединители (ЦСС) с водещ шестлопатен ротор се създава благодарения на центробежните сили, които действат върху свободно насипаните в камерите сачми. Последните се подреждат в концентрични слоеве като силно се притискат към вътрешната цилиндрична повърхност. Размерът на тези сили зависи от радиуса на вътрешната цилиндрична повърхност, ъгловата честота на въртене и плътността на образувания сачмен пълнеж (5). Освен радиалните натискови сили, които се урівновесяват от вътрешната гривна на съединителя, се създават и странични сили. Те се формират вследствие разлагането на силите действащи между отделните сачми, и се урівновесяват от страничните капази на съединителя. Размерът на страничните сили е бил обект на разглеждане от всички автори изследвали центробежните сачмени съединители. Някои от тях, като Киркач (1958) и Меньокова Н.М. (1960), са приели, че сачмения пълнеж има поведението на висковискозна течност. От това следва, че налягането и натискът за определен радиус е един и същ в радиална и аксиална посока, Матеев М.Н. (1984) разглежда сачмения пълнеж като съставен от реални твърди тела. Драгнев Р.М. (1980) приема, че сачмите в ЦСС се подреждат така, че центровете им образуват върховете на тетраедри. Вследствие на това допускане той доказва, че свободната странична сила е с  $\sqrt{6}$  по-малка от натисковата радиална сила, действаща от по-горния концентричен ред. Този свой резултат Драгнев Р. (1980) доказва и с редица експериментални изследвания.



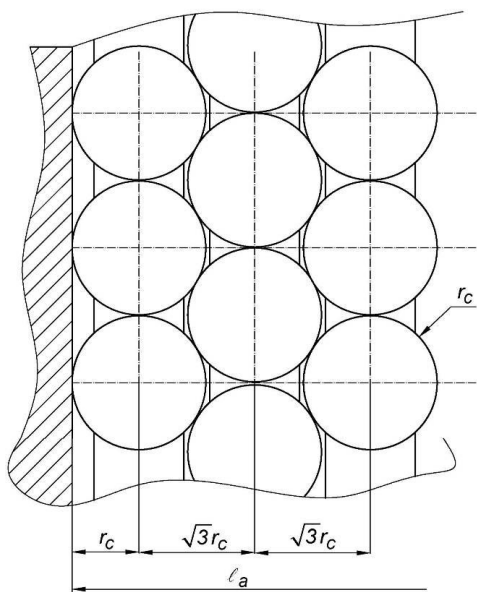
Фиг 1

Аналитичните и експерименталните резултати от формирането благодарение на страничните сили фрикционен въртящ момент показват, че неговата стойност не надхвърля 15-20% от общия въртящ момент. По тази причина страничните сили действащи върху капаците не са били обект на подробна изследване.

В последните 15-20 години се положили много усилия за увеличаване ресурса на ЦСС. При това основно се акцентира върху изнosoустойчивостта на вътрешната цилиндрична повърхност, мантията, върху която се формира основния въртящ момент. Получените резултати са повече от задоволителни. За десет години на експлоатация на съединители с много големи мощност износването бе пренебрежимо малко. Във всички случаи се регистрираше износване от няколко десети от милиметъра при ресурс от 2мм. Не така стои въпросът с износването на

страничните капаци. В повечето случаи се забелязваше значително износване. Най-големи те са във втория концентричен слой, като размерът на износването там достига до 5 мм. В следващите слоеве износването е по-малко, като в 4÷5 слой практически то липсва. Минимално износване се наблюдава и при първия концентричен слой. (виж фиг.1)

Посоченото по-горе износване в нито един съединител не е довело до аварийно състояние, но то е неприемливо. Това принуди авторите, да направят изследване, което е обект на настоящата статия.



Фиг. 2

## 2.Изложение

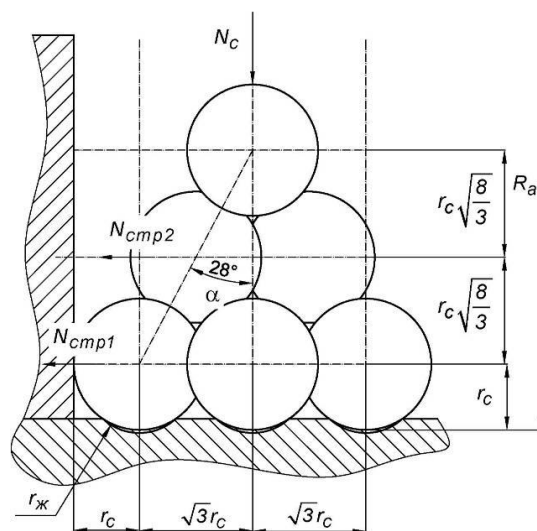
В съвременните ЦСС вътрешната цилиндрична повърхност се изработва с канали – жлебове. Те имат радиус почти равен с този на сачмите, а осите им са разположени на разстояние  $\sqrt{3}$  от радиуса на сачмата. По този начин в първия концентричен слой, сачмите заемат шахматно разположение (виж фиг.2) Това разположение е най-устойчиво [4] и определя максимално уплътнение на сачмения пълнеж.

Широчината на активната цилиндрична част се изработва, така че сачмите от първия концентричен слой да се опират в капците на ЦСС. Сачмите от втория концентричен слой се стремят да се разположат във вдлъбнатините образувани от сачмите от първия ред. При това подреждане крайните сачми не се допират до капците (виж фиг. 3).

При положение, че вторият ред е последен това подреждане би могло да се реализира. В реалния случаи сачмените редове са значително повече. Горните сачми притискат силно свободните, неподпрени до капците, сачми и те се разместват, като заемат положението показано на фиг 4.

При това разместване се получава следния резултат. Първо страничния натиск на сачмите от първия ред практически изчезва. Второ – сачмите от третия ред се забиват

като клин в оставеното празно пространство. При това условие страничната натискава сила става почти два пъти по-голяма от разчетената, което води до увеличаване на износването. Големият проблем настъпва, когато размерът на това износване стане такъв, че ъгълът  $\alpha$  (виж фиг. 4) нарастне до  $50\div 60^\circ$ . Тогава страничната сила става няколко пъти по-голяма от радиалната, като се стреми към безкрайност. В този случаи контактуването от еластично, преминава в пластично и интензивността на износването става неприемливо голямо. Всички тези процеси са съпроводени с изменение на изходния въртящ момент на ЦСС и значителни промени на външната му характеристика. Процесът продължава докато сачмите от горния (трети ред) се вклинят напълно. При това положение втория ред става напълно завършен и износването спира. Сачмите, които контактуват с капците са вкопани в тях на дълбочина равна на радиуса им. Работата на ЦСС при това износване е рискована. Има опасност от заклиняване на сачмите между капака и лопатките. По тази причина това износване се счита за аварийно.



Фиг. 3

След вкопаването на сачмите от втория ред, сачмите от третия ред се подреждат аналогично с началното подреждане на втория ред и процесът на износване продължава по описания начин, само че при значително по-малки натискови сили, което обяснява и факта, че дори след 15-20 години работа няма пълно „вкопаване“ на сачмите от третия ред.

Радиалната натискава сила и съответно страничната намаляват с третата степен на радиуса. Това обяснява:

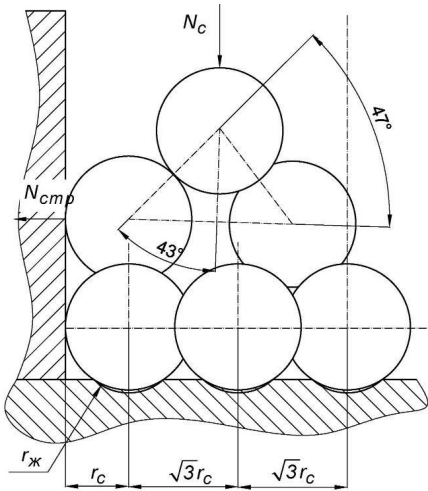
- сравнително неголемите изменения в изходния въртящ момент независимо от значителното износване;
- продължителната работа на съединителя с не-голям сачмен пълнеж;
- незначителните износвания по капците след третия ред.

### 3. Решения

Направеното изложение и категоричния опит в експлоатация на ЦСС изисква промяна в конструкцията или технологията на производство на ЦСС.

Авторите се спират на няколко решения, които се свеждат до следното:

1. Повишаване износоустойчивостта на страничните капаци;
2. Намаляване на страничната сила;
3. Елиминиране на контакта на сачмите със страничните капаци.



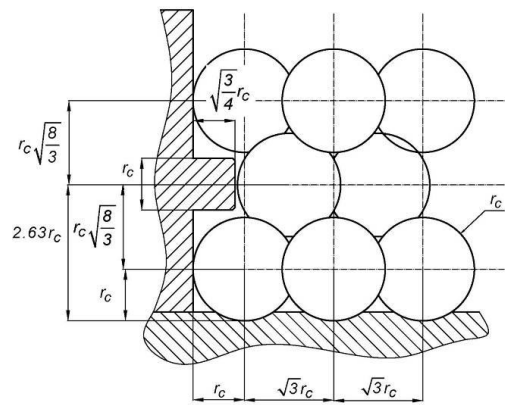
Фиг. 4

Първото решение, крие своите технологични и експлоатационни проблеми. Увеличаване на износоустойчивостта, означава използване на високолегирани термично обработени стомани. Това е свързано със значително оскъпяване на ЦСС и усложняване на технологията за производството му. Освен това крие рискове за разрушаване на конструкцията от термичните натоварвания издължително изисква лабораторни и промишлени изпитания.

Второто предложение предполага принудително подреждане на сачмите в завършени концентрични слоеве. Това означава изработване на капаци със специални пръстени, които ограничават разместването на четните редове (виж фиг.5) В този случаи страничната натискава сила ще бъде равна на разчетената

$$N_{стр}(r) \approx \frac{N_r}{\sqrt{6}}(r)$$

Поставянето на специални пръстени, изработване на канали в капаци, води до усложняване на конструкцията. Същевременно капациите си остават натоварени със странична сила и съответстващото износване. За да се определи размерът на това износване и респективно ресурсът на ЦСС са необходими съответни лабораторни изпитания и години промишлени изследвания.



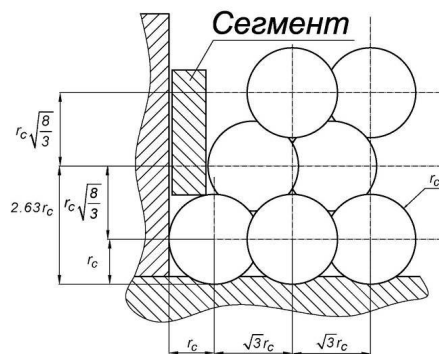
Фиг. 5

Проблемът с износването на капациите на досегашните модели ЦСС се появи едва след петгодишна експлоатация. По тази причина авторите остават резервирани относно това решение, независимо, че при равни други условия, то осигурява по-голям изходен въртящ момент. Премахването на страничната триеща сила в ЦСС лесно може да се осъществи с монтиране на сегменти между лопатките на ротора. По този начин се отстранява всякакъв контакт на сачмите със страничните капаци (виж фиг 6) и всичките проблеми свързани с износването им. Това решение при равни други условия, има и някои недостатъци:

- по-малък с около 15% изходен въртящ момент;
- по-голяма маса (инерционен момент) на водещата част;
- известно усложняване на конструкцията.

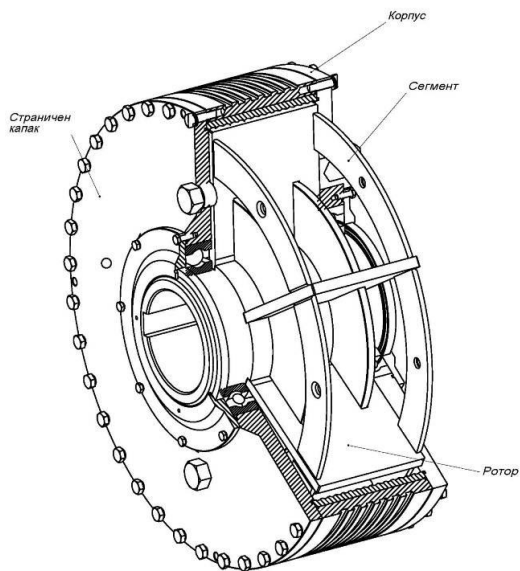
Предимствата обаче са категорични:

- липсва каквото и да е износване на капациите;
- изходните характеристики са изключително стабилни и непроменливи в експлоатационния срок;
- голяма плавност в нарастването и поддържането на изходния въртящ момент;
- двойно по-голям ресурс на съединителя.

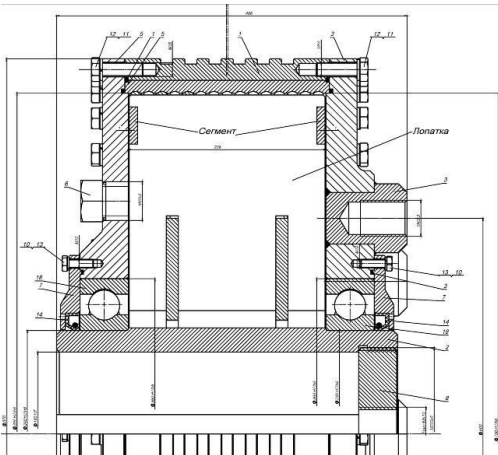


Фиг. 6

Предимствата на това решение насочиха авторите към създаване на точно такъв тип конструкция (виж фиг. 7). ЦСС с показаната конструкция се използва в задвижването мелнични вентилатори на ТЕЦ „Марица Изток-2“ и ТЕЦ „Бобов дол“. Повече от 5 години те доказват предимствата на това решение. Авторите си позволяват да считат, че там където се търси значителен ресурс и стабилни изходни характеристики, трябва да се използва именно това решение.



Фиг. 7



Фиг. 8

### Литература

1. Киркач Н.Ф. Исследование центробежной предохранительной муфты заполненной мелкой дробью - Автореферат диссертации, Харьков 1958
2. Менькова Н.М. к расчету порошковых и дробовых муфт. Известия ВУЗ – Горный журнал №10 1960
3. Матеев Н.М. Усъвършенстване задвижването на рудничните транспортни машини чрез използване на центробежни пускво-предпазни машини с твърд пълнеж – Хабилиционен труд 1984г
4. Драгнев Р.М. Усъвършенстване задвижването на рудничните машини чрез използване центробежни пускво-предпазни съединители – Дисертация 1980г.
5. Тасев В. Нов начин за определяне момента на ЦСС Годишник ВМГИ 1986г.-1987г.