



METODOLOGIA PARA CALCULAR OS RECIPIENTES COMPOSTOS COM ANEL SEGMENTADO E JUNÇÕES ABERTAS

Guerold S. Bobrovnitchii

Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, CEP; 28015-620, Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil, guerold@uenf.br.

Alan M. Ramalho

Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, CEP; 28015-620, Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil, alan@uenf.br.

Resumo. Diversos ramos da indústria estão utilizando as altas pressões para a produção dos materiais avançados. Os dispositivos que geram as altas pressões funcionam no regime pesado e possuem a vida útil limitada da parte mais carregada - recipiente composto. Uma das construções do recipiente composto é a com anel interno segmentado. No presente trabalho foi feita uma tentativa de elaborar o cálculo de engenharia do recipiente com anel interno segmentado e junções entre os segmentos abertos. A metodologia apresentada abrange todas as construções conhecidas. Foi determinada que a seqüência de cálculo depende da construção do recipiente. Mas para todos os passos do cálculo tem que ser mantida a única exigência: as junções entre os segmentos tem que se manter sempre abertas durante o carregamento pela pressão interna e a fenda entre os segmentos deve ter a dimensão determinada em função de: valor de pressão, dimensões de recipiente e características mecânicas dos materiais empregados na construção do recipiente.

Palavras-chave: Alta Pressão, Recipiente Composto, Hidrostática.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da alta pressão na indústria moderna torna-se cada vez mais frequente. Diversos ramos como a construção de máquinas pesadas, energia, aeronáutica, etc exigem o desenvolvimento dos equipamentos para o tratamento por alta pressão até 8 GPa (Brain, 1987; Bobrovnitchii, 1996 e Bobrovnitchii, 2000). Da simples compactação até a síntese dos diamantes utilizam-se dos equipamentos compostos de elementos pré-tencionados. Para alcançar altas pressões os projetistas destes equipamentos têm que considerar diversos problemas tais como determinar a construção mais resistente e segura do recipiente, pela qual suporta a ação de alta pressão. Uma dessas construções é o recipiente composto de multi-elementos. Algumas construções são apresentadas na Figura (1). A construção a) é fabricada de “n” anéis encaixados um dentro do outro sob ajuste com interferência, criando na superfície interna do anel interno as tensões prévias de compressão (Spain, 1980). Esta construção é utilizada normalmente nas operações de compactação axial e hidroestática, para extrusão, para o processo por HIP e síntese/sinterização dos materiais superduros. Os diâmetros destes recipientes são variáveis. Suas desvantagens são: dificuldade no encaixamento e desmontagem, pressão interna limitada e problemas com a renovação da superfície interna. A construção b) é feita com enrolamento de fita de alta resistência tencionada sobre o núcleo (Von Platen, 1962). As vantagens destas construções são: pré-tencionamento limitado pela resistência à compressão do anel interno (por esta razão há um aumento na capacidade do recipiente), dimensões reduzidas e segurança total quando ocorre a destruição do anel interno. Entre as desvantagens encontra-se as dificuldades na troca do núcleo e a rigidez radial diminuída. A construção c) possui o

núcleo de até três anéis apoiados pela pressão hidrostática gerada num recipiente externo qualquer (Venkatcsan, 1970). Entre as vantagens desta construção encontra-se o suporte simultâneo com aumento da pressão no interior do núcleo. As desvantagens são: mal funcionamento das vedações e dimensões externas elevadas. A construção d) possui uma concepção diferente (Khvostantsev, 1975). Neste caso o núcleo é composto de bigorna inteira que se encaixa dentro do cintamento por meio das superfícies cônicas.

Uma construção mais moderna é a do recipiente composto na qual o anel é dividido radialmente em “n” segmentos separados (Bobrovnitchii, 1996; Gonikberg, 1995 e Fuches, 1988).. A utilização do anel segmentado permite desenvolver recipientes com o diâmetro interno grande, pois o segmento do anel pode ser tão pequeno quanto se deseja, ou seja, o anel pode ser composto por um número qualquer de segmentos (Bobrovnitchii, 1997a). Por exemplo, se for necessário utilizar o recipiente que não pode ser transportado por meios convencionais, a montagem do mesmo poderá ser realizado no local de operação ou trabalho. A fabricação e montagem dos segmentos não é muito difícil.

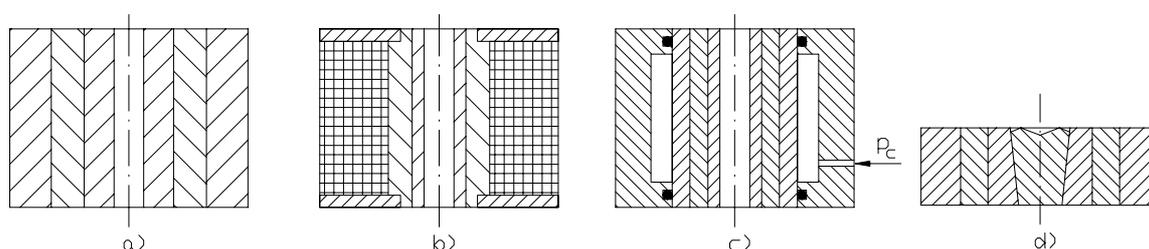


Figura 1. Construções principais dos recipientes compostos para geração de alta pressão. a) Multi – anéis de corpo rígido; b) Corpo fabricado com enrolamento de fitas de aço de alta resistência mecânica em torno do núcleo interno; c) Suporte hidráulico do núcleo interno; d) Bigorna com cintamento;

As pequenas dimensões dos segmentos permitem usar materiais de elevadas propriedades mecânicas na sua fabricação, e também não tem a necessidade na obtenção das grandes peças forjadas, que sempre são problemáticas.

A ausência das tensões de tração no anel segmentado permite usar materiais de elevado limite de escoamento na compressão e baixo na tração, como por exemplo, o metal duro. Portanto, a construção do recipiente com o anel segmentado possui ampla perspectiva de utilização (Spain,1980; Bobrovnitchii, 1996 e Bobrovnitchii, 1997b).

2. PRÉ - REQUISITOS DO CÁLCULO DA ENGENHARIA DOS RECIPIENTES

Para recipiente com anel segmentado com junções sempre abertas foram elaboradas algumas metodologias de cálculo (Bobrovnitchii, 1996; Spain, 1980; Venkatcsan, 1970, Bobrovnitchii, 1997b e Bobrovnitchii, 2000). Para o cálculo geral de engenharia dos recipientes com anéis segmentados é necessário desenvolver uma metodologia única.

O recipiente representa o núcleo consolidado pelo corpo ou suporte hidráulico, Figura (2). O núcleo consiste de dois anéis inteiros entre os quais é montado o anel segmentado, ou com anel inteiro interno e segmentado externo. O corpo pode ser também representado por um recipiente de multi anéis. Todos os elementos do recipiente podem ser fabricados com materiais de diferentes propriedades mecânicas.

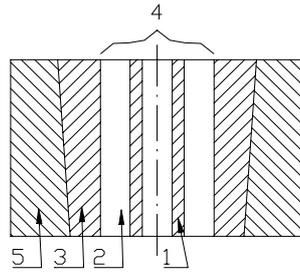


Figura 2. Recipiente composto com núcleo de três anéis. 1 - Anel interno; 2 - Anel segmentado; 3 - Anel externo; 4 - Núcleo; 5 - Corpo de suporte rígido;

Durante a determinação das pressões de contato entre os elementos estas devem ser consideradas como distribuídas uniformemente sobre a circunferência e desprezadas as folgas entre os segmentos, efeitos da periferia, etc. As tensões e pressões de contato durante o funcionamento do recipiente são determinadas pelo método da superposição. Por esta razão são calculadas separadamente as pressões de contato de ação da pressão interna e de consolidação prévia do recipiente.

Durante a montagem (consolidação) do recipiente são criadas, nos seus elementos, as tensões prévias sobre o qual atuam as tensões de trabalho provenientes da operação do recipiente.

3. METODOLOGIA PARA CÁLCULO DE ENGENHARIA DOS RECIPIENTES COM ANEL SEGMENTADO

No desenvolvimento de qualquer construção sempre são previstas a pressão interna “p” e diâmetro interno “r₁”. O número dos anéis no núcleo, raios internos e modo da consolidação são exigências práticas do projeto. Deve-se selecionar as características elásticas e tensões admissíveis dos materiais dos elementos do recipiente em função das condições de operação. O esquema de cálculo é mostrado na Figura (3) (Bobrovnitchii, 1996).

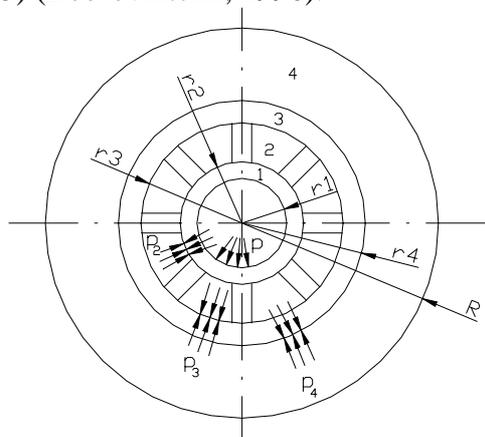


Figura 3. Esquema de cálculo do recipiente com anel segmentado e junções abertas, onde: 1 - anel interno; 2 - anel segmentado; 3 - anel externo; 4 - corpo suporte.

3.1. O cálculo inicia-se pela determinação do coeficiente da espessura de parede dos anéis do núcleo e do corpo suporte (Bobrovnitchii, 1997a).

$$k_1 = \frac{r_i}{r_{i+1}}; k_n = \frac{r_1}{r_4} = \frac{r_1}{r_c}; k_c = \frac{r_4}{R} = \frac{r_c}{R} \quad (1)$$

Onde: k_i, k_n e k_c, são os coeficientes da espessura de parte do anel “i”, do anel do núcleo e do corpo, respectivamente.

3.2. Se o núcleo possui três anéis, calcula-se a razão de pressões de contato durante a consolidação, p_3^0, p_4^0 :

$$\lambda_4 = \frac{p_3^0}{p_4^0} = \frac{2}{(1-\mu_3) \cdot k_3^2 + 1 + \mu_3 + (1-k_3^2) \cdot \left[\frac{E_3}{E_1} \cdot \frac{1-\mu_1 + (1-\mu_1) \cdot k_1^2}{1-k_1^2} - \frac{E_3}{E_2} \cdot \ln k_2 \right]}; \quad (2)$$

Se o núcleo tem apenas dois anéis então $\lambda_4 = 1$.

Onde: $\mu_1; \mu_3$ - coeficiente de Poisson para anéis 1º e 3º;
 $k_1; k_2; k_3$ - coeficiente de espessura da parede para 1º, 2º e 3º anéis;
 $E_1, E_2; E_3$ - módulo de elasticidade dos materiais dos anéis;

3.3. Dessa forma determina-se o módulo da elasticidade equivalente do núcleo:

$$E_{eq} = E_1 \cdot \frac{k_2}{\lambda_4} \cdot \frac{1-k_1^2}{1-k_n^2}; \quad (3)$$

Obs. A ordem de cálculo depende das tensões equivalentes desejadas na superfície interna do recipiente durante o funcionamento ou do esforço de consolidação. Se fornecido o esforço, o cálculo continua a partir do ponto 3.21.

3.4. A consolidação do recipiente deve ser realizada de forma que sob trabalho não apareçam as tensões tangenciais na superfície interna do mesmo. Para esta finalidade são criadas as tensões prévias de compressão no anel interno que são iguais a grandeza das tensões tangenciais criadas no anel interno pela aplicação da pressão interna. Desta condição determinaram-se as pressões de contato durante o trabalho:

$$p_2 = p \cdot \frac{1-k_1^2}{2}; \quad p_3 = p_2 \cdot k_2; \quad (4)$$

Se o núcleo é composto por dois anéis, então $p_c = p_3$ e se de três:

$$p_c = p_4 = \frac{p_3}{\lambda_4} - p \cdot \frac{E_3}{E_1} \cdot \frac{1-k_3^2}{1-k_1^2} \cdot k_2 \cdot k_1^2; \quad (5)$$

3.5. Se o recipiente é consolidado pelo encaixamento no corpo rígido, então o cálculo posterior resolve-se no item 3.7. Se pelo suporte hidráulico então o cálculo resolve-se no item 3.10.

3.6. Se o recipiente é consolidado por enrolamento, então determina-se o módulo da elasticidade convencional E_c^p do enrolamento em conformidade com dados de trabalho (Guryeva, 1973) que foi obtido experimentalmente e apresentado em função de p_c , Figura (4).

3.7. Determinam-se as relações das pressões de contato nos elementos do recipiente de pressão interna.

Sendo o núcleo é composto de três anéis, então:

$$\lambda_3 = \frac{2 \cdot k_3^2}{1 - \mu_3 + (1 + \mu_3) \cdot k_3^2 + \frac{E_3}{E_c^p} \cdot \left[\frac{(1 - \mu_c) \cdot k_c^2 + 1 + \mu_c}{1 - k_c^2} \right] \cdot (1 - k_3^2)}; \quad (6)$$

Se o núcleo tem os dois anéis, então $\lambda_3 = 0$; e:

$$\lambda_1 = \frac{2 \cdot k_1^2}{(1 - \mu_1) + (1 - \mu_1) \cdot k_1^2 + (1 - k_1^2) \left[\frac{E_1}{E_3} \cdot \frac{(1 - \mu_3) \cdot k_3^2 + 1 + \mu_3 - 2\lambda_3}{1 - k_3^2} + \frac{E_1}{E_2} \cdot \ln k_2 \right]}; \quad (7)$$

3.8. Pressões de contato nos elementos do recipiente de pressão interna:

$$p_2^p = p \cdot \lambda_1; \quad p_3^p = p_2^p \cdot k_2; \quad (8)$$

Se o núcleo é composto de dois anéis, então $p_c^p = p_3^p$ e se for com três anéis:

$$p_c^p = p_4^p = p_3^p \cdot \lambda_3; \quad (9)$$

3.9. Pressões de contato sob ação da consolidação:

$$p_i^0 = p_i - p_i^p \quad (10)$$

Onde: p_i^0, p_i^p, p_i são as pressões de contato no raio “i” quando ocorre a ação da consolidação, pressão interna e pressão de trabalho.

3.10. Determinação das tensões nas superfícies internas em todos os anéis inteiriços do recipiente e do corpo durante a consolidação e a aplicação das pressões internas “p”.

Tensões radiais:

$$\sigma_{ri}^0 = -p_i^0; \quad \sigma_{ri}^p = -p_i^p \quad (11)$$

Tensões tangenciais nas superfícies internas em todos os anéis tanto para recipiente consolidado por enrolamento de fita quanto para consolidado por corpo rígido:

$$\sigma_{ti}^0 = p_i^0 \cdot \frac{1 + k_i^2}{1 - k_i^2} - p_{i+1}^0 \cdot \frac{2}{1 - k_i^2}; \quad (12)$$

$$\sigma_{ti}^p = p_i^p \cdot \frac{1 + k_i^2}{1 - k_i^2} - p_{i+1}^0 \cdot \frac{2}{1 - k_i^2}; \quad (13)$$

Na superfície interna do anel segmentado

$$\sigma_{r_2}^0 = -p_2^0; \quad \sigma_{t_2}^0 = 0; \quad (14)$$

$$\sigma_{t_2}^0 = -p_2^0; \quad \sigma_{t_2}^p = 0; \quad (15)$$

3.11. Se o núcleo é consolidado por suporte hidráulico então o cálculo continua a partir do item 3.17.

3.12. Se o núcleo é encaixado no suporte rígido, então o cálculo continua a partir do item 3.16.

3.13. Se o recipiente é consolidado por enrolamento então determina-se o módulo de elasticidade equivalente (Guryeva, 1973). O cálculo posterior faz-se analogamente à metodologia do cálculo do recipiente com enrolamento de fitas. Determinam-se os coeficientes “a” e “b” através das fórmulas:

$$a = E_{eq} \cdot (1 - \mu_1) + E_f^0 \cdot \left(\frac{1 + k_n^2}{1 - k_n^2} - \mu_1 \right) \quad (16)$$

$$b = E_{eq} \cdot (1 + \mu_1) + E_f^0 \cdot \left(\frac{1 + k_n^2}{1 - k_n^2} - \mu_1 \right) \quad (17)$$

3.14. Valor da tensão constante de tração da fita durante o processo do enrolamento:

$$\sigma_t^0 = p_c^0 \cdot \frac{b}{E_{eq}} \cdot \frac{1}{\ln \left(\frac{a \cdot k_c^2 + b}{2 \cdot E_{eq} \cdot k_c^2} \right)}; \quad (18)$$

3.15. Tensões na camada de fitas sobre o raio “r” do enrolamento, sob ação da pressão de trabalho (independe da lei para enrolamento com fitas).

Radiais:

$$\sigma_{rr}^p = - \frac{k_c^2 \cdot (R^2 - r^2)}{(1 - k_c^2) \cdot r^2} \cdot p_c^p; \quad (19)$$

Tangenciais:

$$\sigma_{tr}^0 = \frac{k_c^2}{1 - k_c^2} \cdot \frac{R^2 + r^2}{r^2} \cdot p_c^p; \quad (20)$$

Tensões na camada de fitas no raio “r” depois da consolidação por enrolamento total:

Radiais:

$$\sigma_{rr}^0 = -\sigma_t^0 \cdot \frac{1 + \frac{a}{b} \cdot \frac{r^2}{R^2}}{2} \cdot \ln \left(\frac{a \cdot k_c^2 + b}{a \cdot k_c^2 + b \cdot \frac{r^2}{R^2}} \right); \quad (21)$$

Tangenciais:

$$\sigma_{tr}^0 = \sigma_t^0 \cdot \left[1 - \frac{1 - \frac{a}{b} \cdot \frac{r_c^2}{r^2}}{2} \cdot \ln \left(\frac{a \cdot k_c^2 + b}{a \cdot k_c^2 + b \cdot \frac{r^2}{R^2}} \right) \right]; \quad (22)$$

3.16. Tensões que aparecem nos elementos do recipiente sob trabalho:

$$\sigma_{ri} = \sigma_{ri}^0 + \sigma_{ri}^p; \quad \sigma_{ii} = \sigma_{ii}^0 + \sigma_{ii}^p; \quad (23)$$

3.17. Determinação das tensões equivalentes sob o trabalho em conformidade com terceira teoria da resistência (Timoshenko, 1972).

$$\sigma_{eq_i} = \sigma_{max_i} - \sigma_{min_i}; \quad (24)$$

3.18. Para manter as junções abertas depois da consolidação por enrolamento de fitas, é necessário que as fendas entre os segmentos sejam preservadas:

$$\delta \geq \frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot \frac{p_3^0}{E_2} \cdot r_3 \cdot \left[\frac{E_2}{E_1} \cdot \frac{1 - \mu_1 + (1 + \mu_1) \cdot k_1^2}{1 - k_1^2} + \mu_2 - \ln k_2 \right]; \quad (25)$$

Esse item finaliza o cálculo dos recipientes com anel segmentado consolidado por enrolamento ou suporte hidráulico.

3.19. Se o núcleo é consolidado pelo encaixamento no corpo rígido, a tolerância sobre o raio é determinado pela formula:

$$\Delta r = r_c \cdot p_c^0 \cdot \left[\frac{1 + k_n^2}{E_{eq} \cdot (1 - k_n^2)} + \frac{1 + k_c^2}{E_c^0 \cdot (1 - k_c^2)} \right]; \quad (26)$$

Se o encaixamento do núcleo no corpo ocorre por meio do aquecimento do corpo, então a temperatura do encaixamento, considerando coeficiente α da expansão térmica linear do corpo, é:

$$\Delta T = \frac{\Delta r}{r_c \cdot \alpha} + 150^\circ \quad (27)$$

Se o encaixamento ocorre por prensagem cônica à frio, então o esforço do encaixamento é determinada por:

$$F = 2 \cdot p_c^0 \cdot (f + \beta) \cdot \pi \cdot r_c \cdot L; \quad (28)$$

Onde: f - Coeficiente de atrito nas superfície de contato entre o corpo e o núcleo;
 β - Tangente do ângulo da conicidade das superfícies de contato;
 L - Altura dos anéis;

Esse item finaliza, o cálculo do recipiente consolidado pelo encaixamento do núcleo dentro de um corpo rígido.

3.20. Se a tensão de tração da fita, σ_t^0 , foi determinada antes do enrolamento, e o núcleo consiste de três anéis, então as dependências das relações das pressões de contato entre os elementos do recipiente, λ_1 e λ_3 , e a pressão interna tornam-se mais simples. Isto pode ocorrer pela substituição por valores numéricos conhecidos. Se o núcleo é feito de dois anéis, então $\lambda_3 = 1$.

3.21. Simplifica-se a relação entre pressão de contato p_c e p por meio da substituição dos valores numéricos conhecidos:

$$p_c^p = p \cdot \lambda_1 \cdot k_2 \cdot \lambda_3; \quad (29)$$

3.22. Simplifica-se as equações para as pressões de contato p_c^0 e p_c :

$$p_c^0 = p \cdot \frac{1 + k_1^2 - 2 \cdot \lambda_1}{2 \cdot \lambda_4} \cdot k_2; \quad (30)$$

E pelo método da superposição:

$$p_c = p \cdot k_2 \cdot \left(\lambda_1 \cdot \lambda_3 + \frac{1 + k_1^2 - 2 \cdot \lambda_1}{2 \cdot \lambda_4} \right) \quad (31)$$

3.23. Determina-se pelo método de elasticidade convencional do enrolamento de fitas durante o trabalho, Figura (4).

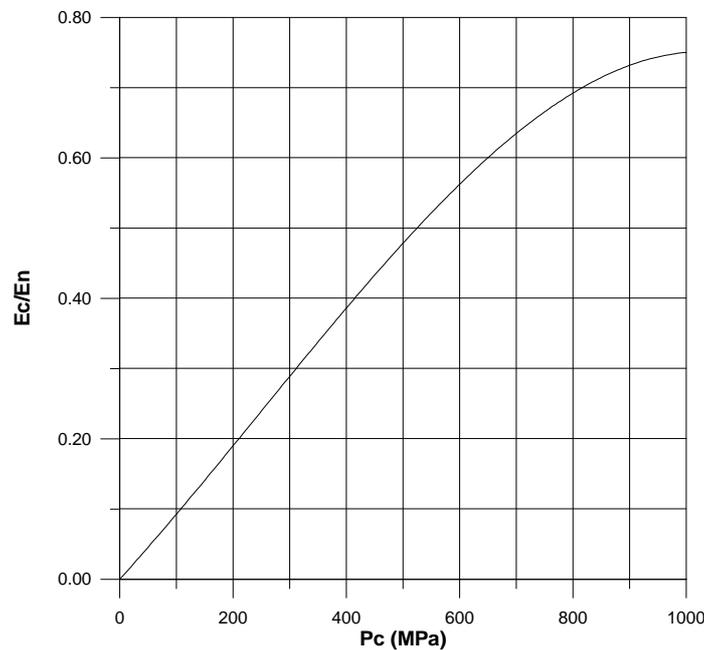


Figura 4. Dependência entre o módulo de elasticidade relativo e a pressão de contato p_c .

3.24. Nas coordenadas (E_c, p_c) constroem-se as dependências $p_c = f(E_c)$ e $E_c = f(p_c)$. A interseção destas curvas fornece os valores de E_c e p_c .

3.25. O cálculo continua-se de acordo com os itens 3.7 – 3.10 e 3.15 – 3.18.

3.26. Calcula-se as pressões de contato. Se o núcleo tem três anéis, então:

$$p_3^0 = p_c^0 \cdot \lambda_4; \quad (32)$$

E se o núcleo possui dois anéis, então:

$$p_3^0 = p_c^0 \quad e \quad p_2^0 = \frac{p_3^0}{k_2}; \quad (33)$$

3.27. O cálculo continua posteriormente em conformidade com itens 3.10 e 3.15. Dessa forma encerra-se o cálculo do recipiente na qual um núcleo encaixa-se num corpo rígido.

4. CONCLUSÃO

- Foi realizada a tentativa de elaborar a metodologia de cálculo de engenharia do recipiente com o anel interno segmentado que pode servir como premissa para o desenvolvimento da construção do recipiente real;
- Foi determinada que a seqüência do cálculo depende da construção do recipiente: O cálculo é mais simples para recipiente com suporte hidráulico e é mais complexo para recipiente com suporte de enrolamento de fitas.

5. REFERÊNCIAS

- Recent Trends in Cold and Warm Isostatic Pressing Equipment, 1987, MPR, Nº 9, pp. 614-618.
- Brain J. W., 1987, "New Shaping METHODOLOGYS for Powder Metallurgy Components". Materials and Design. Vol.8, Nº 4, pp. 187-197.
- Bobrovnichii G. S, Ramalho A. M., Monteiro S. N., 1996, "Nova Construção do Recipiente Composto para Prensas de Extrusão a Quente". Anais do 51º Congresso anual da ABM, Porto Alegre, V. 3, pp. 303 - 312.
- Bobrovnichii G. S., Skury A. L. D., 2000, "Algumas Considerações sobre a Produção Mundial de Materiais Superduros". Anais do 55º Congresso da ABM, RJ, Vol. 1, pp. 1522-1531.
- Spain, I. L., 1980, "Ultra High Pressure Apparatus and Technology". In: High Pressure Technology. Ed. By Spain I. L., Paawe J., V. 1, p. 746.
- Von Platen. B., A., 1962, "Multiple Piston, High Pressure, High Temperature Apparatus". In: Modern Very High Pressure Techniques. Ed. By R. H. Wentorf, London, pp. 191-216.
- Venkatcsan R. S., 1910, "Design and Construction of Multiring Apparatus for Use at High Pressure". Rev. Sci. Instr., V. 42, Nº 3, pp. 377 - 380.
- Khvostantsev L.G., 1975, "Dispositif pour le Creation de Haunts Pressions". Pat. França, Nº 7930493.
- Gonikberg M. G, Tsiklis D. S., 1995, "Consolidação dos Recipientes de Alta Pressão". DAN AN URSS, Vol. 129, Nº 1 pp. 88-90 (em russo).
- Verestshagin L. F. et al., 1962, "Dispositivo de Alta Pressão com Algumas Entradas para Eletrodos". DAN AN URSS, Vol.145, Nº 1 (em russo).
- Fuches, F.F., 1988, "Princeton Function - Pressure Vessel for Forming Apparatus". U. S. Pat. Nº 3379043, cl. 72-56.
- Bobrovnichii G. S, Ramalho A. M., Monteiro S. N., 1997a, "Análise de Recipientes Compostos com Anel Interno Segmentado nos Dispositivos de Alta Pressão". Anais do XIV Brazilian Congress of Mechanical Engineering, Vol. 1.
- Bobrovnichii G. S, Ramalho A. M., Monteiro S. N., 1997b, "Particularidades dos Recipientes Compostos Segmentados e Inteiriços Usados para Geração de Alta Pressão". Anais do 2º Congresso Internacional de Tecnologia Metalúrgica e Materiais, pp. 582 - 590.
- Bobrovnichii G. S, Ramalho A. M., 2000, "Alguns Comentários sobre o Cálculo dos Recipientes Compostos com Anel Seccionado". Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, CONEM-2000.
- Timoshenko S. P., 1972, "Resistência dos Materiais". Ed. Livros Técnicos e Científicos, RJ., Vol.2.

Guryeva L. I., 1973, “Elaboração de Construção, Desenvolvimento dos Métodos de Cálculo, Estudo e Implantação dos Recipientes Consolidados por Enrolamento de Fitas de Alta Resistência”. Tese de Doutorado, VNIIMETMASH, Moscou, pp.158 (em russo).

DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

METHODOLOGY TO CALCULATION THE COMPOUND CYLINDERS WITH SEGMENTED RING AND GAPS OPENED

Guerold S. Bobrovitchii

North Fluminense State University, Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, CEP; 28015-620, Campos dos Goytacazes - RJ, Brazil, guerold@uenf.br.

Alan M. Ramalho

North Fluminense State University, Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, CEP; 28015-620, Campos dos Goytacazes - RJ, Brazil, alan@uenf.br.

Abstract: Several industries are using high pressure to produce advanced materials. The apparatus that can produce high pressure, worked under severe regime and had small life time, mean of compound cylinders. Compound cylinders with segmented ring is a kind of compound cylinders. In the present work was realised calculations of engineering to compound cylinders with the internal ring segmented and all gaps between the segments stay opened. Nowadays the methodology can be used to all kind of compound cylinders that there is actuality. It was determined that algorithmic of calculations also have relation with the kind of compound cylinders design. However to any kind of design is necessary to have one unique exigency: all gaps between the segments must be always opened during the generation of high pressure and the gaps between segments should be a specific size according with the pressure of work, size of compound cylinders and mechanical properties of materials used to design them.

Key-words: High Pressure, Compound Cylinders, Hydrostatic.