

ECONOMÍA TRIBOLÓGICA DE LA PRODUCCIÓN CERÁMICA

R.L. Bozadzhiev⁽¹⁾, L.S. Bozadhiev⁽²⁾

⁽¹⁾BC "Global Consulting", Sofía, Bulgaria

⁽²⁾Universidad "Prof.d-r Assen Zlatarov", Bourgas, Bulgaria

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se aborda la producción de baldosas cerámicas – materias primas, competitividad, energía y la eficacia ecológica desde el punto de vista de la economía tribológica¹. Esta se basa en la interacción de los contactos, actitud directa con respecto a la producción, calidad y diseño de las baldosas y su comportamiento de consumo. Se representan los contactos, los fenómenos de los contactos y los procesos en el espacio marcado por los vértices, caras y volumen de un tetraedro [6,10].

2. MATERIAS PRIMAS CERÁMICAS

La producción económica Q es una función de los factores de producción R_n - recursos naturales, L - mano de obra (recursos humanos) y C - capital [12]: $Q = f(R_n, L, C)$ o $Q = f(R_n, L+C)$ a L igual y crecimiento C y correlación constante L/Q o $(L+C)/Q$ (Fig. 1,a). Debido al carácter heterogéneo de las materias primas naturales, $Q = f[R_n, L+C, \Delta(L+C)]$. Los recursos heterogéneos R_u en combinación con la mano de obra suplementaria y el capital $\Delta(L+C)$ forman los recursos homogéneos R_n : $R_n = R_u + \Delta(L+C)$ (Fig. 1,b). Las materias primas equilibradas R_b para los materiales eco-compatibles de ahorro económico se basan en las materias primas recicladas R_r y en parte en las sintéticas R_s , pero las materias primas naturales R_n se utilizan únicamente para reponer las pérdidas de la producción y del reciclado: $R_b = R_r + R_s + R_n$, siendo $R_r > R_s > R_n$ (Fig. 1, c).

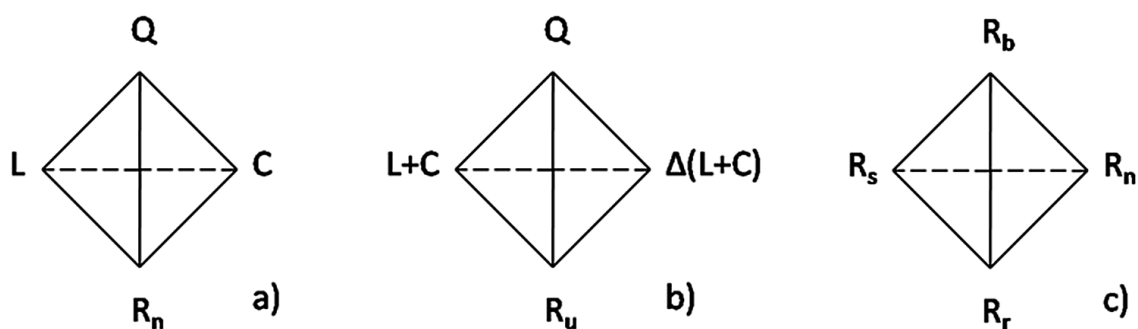


Fig. 1. Salida productiva Q en las materias primas homogéneas (a) y las heterogéneas (b); materias primas equilibradas (c).

¹ La tribología, como ciencia interdisciplinaria de la fricción, lubricación y desgaste, estudia todos los contactos, interacción de los contactos y fenómenos en la naturaleza, las técnicas y la sociedad [10].

3. ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD Y PROTECCIÓN NATURAL DE LA EMPRESA

El equilibrio entre el interés de la empresa (alta calidad de la producción; reducción de las pérdidas y coste de producción; estabilización de las posiciones de mercado y de los segmentos de mercado) y los intereses de la sociedad (autoridades de certificación; control ecológico; servicio antimonopolio) se alcanza por medio de inversiones en la reconstrucción y el aumento de la producción, y en las innovaciones tecnológicas y de gestión [15].

Las empresas cerámicas compiten sobre la base de sus productos industrial. La competitividad de los productos cerámicos en condiciones de economía del mercado, es decir su capacidad de realizar un mayor beneficio en comparación con otros, depende del clima de negocio y de la calidad de la empresa y de su gestión [8]. Teniendo en cuenta la ley de interacción de los contactos [10], en la figura 2 se muestra una dependencia gráfica, presentada de forma geométrica mediante los vértices de un tetraedro, a lo largo de la cadena: materia prima de equilibrio (reciclada, sintética, natural) –mejor tecnología disponible (inversiones en la protección natural, innovaciones, *know-how*) – productos eco-cerámicos (calidad y seguridad del producto, coste de producción, pérdidas) – estrategias de competitividad y protección natural de la empresa (marketing eco-tribológico, gestión eco-tribológica de la empresa). La calidad y seguridad ecológica del producto cerámico, así como la reducción de su coste de producción y las pérdidas, son función de la mejor tecnología disponible; de las inversiones de protección de la naturaleza; de la innovación y del *know-how*; de la mayor parte de los recursos reciclados (propios o de otras empresas en comparación con los naturales, cerrando de este modo el ciclo de producción.

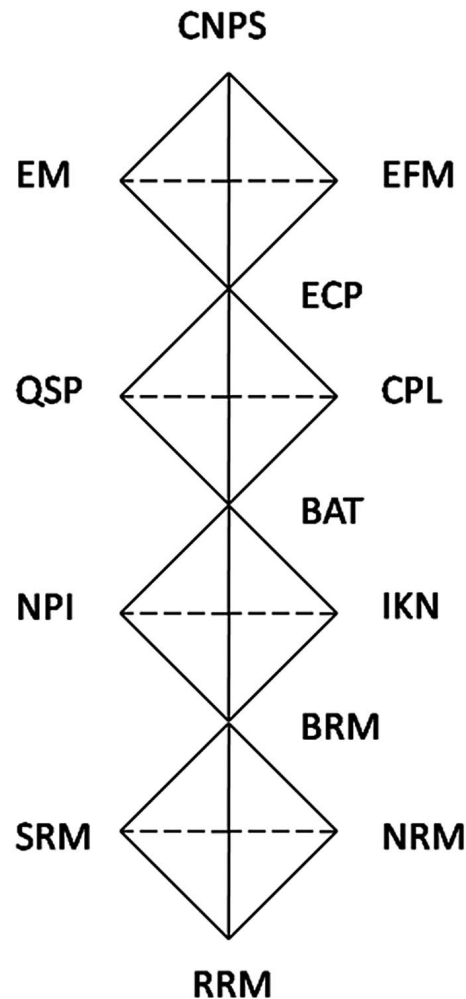


Fig. 2. La estrategia de competitividad y protección natural de una empresa (CNPS): materia prima reciclada (RRM); materia prima sintética (SRM); materia prima natural (NRM); materia prima de equilibrio (BRM); inversiones de protección natural (NPI); innovaciones, know-how (IKH); mejor tecnología disponible (BAT); calidad y seguridad del producto (QSP); coste de producción, pérdidas (CPL); producto eco-cerámico (ECP); marketing eco-tribológico (EM); gestión de empresa eco-tribológica (EFM).

OBTENCIÓN DE BALDOSAS CERÁMICAS A PARTIR DE RESIDUOS INDUSTRIALES

Los recursos cerámicos reciclados de los residuos industriales son, por ejemplo, la calumita [14] y el vidrio SLS (de sodio-cal-sílice) [9]. Un ejemplo de las baldosas cerámicas obtenidas a partir de los residuos industriales reciclados son las baldosas "Ecolite" [11]. La calumita es una escoria de los altos hornos con un bajo contenido en óxidos ferrosos, con aplicaciones en la industria del vidrio y de la cerámica, y los residuos de vidrio reciclado de SLS – como fundente en la cerámica.

Las baldosas cerámicas se preparan a partir de la escoria de los altos hornos granulada por agua a 1000–1100°C (1h) (Kremikovtsi, Sofía) [2]; residuos de flotación del mineral de cobre (Varli bryag, Bourgas) [3]; polvo de mármol, residuos de la elaboración del mármol (Malko Tarnovo)[1]; residuos de carbonato de la producción de azúcar (Kameno, Bourgas)[5] y residuos de la cocción del esmalte de los azulejos (Isperih) [4]. La cocción de las baldosas se realiza en una fábrica: cocción del bizcocho a 1060–1085°C y cocción del esmalte a 950–1000°C (tabla 1).

Baldosas cerámicas	Masa cerámica, % en peso	S_f , %	AA, %	σ_b , MPa
Con escoria calcinada de los altos hornos	50 escoria + 20 caolín crudo + 30 arcilla plástica	0,45	15,56	28,5
Con residuos de flotación del mineral de cobre	50 residuo + 20 caolín crudo + 30 arcilla plástica	2,97	7,50	31,8
Con polvo de mármol (residuo)	15 polvo de mármol + 70 material arcilloso + 3 dolomía + 12 residuos		13,80	23,1
Con residuos de carbonato	10 residuos de carbonato + 30 perlita + 60 arcilla refractaria	1,79	12,34	30,0
Con residuos de la cocción del esmalte de los azulejos	9 residuos de azulejos + 69 material arcilloso + 16 dolomía + 6 piedra caliza	0,49	14,32	26,2

Tabla 1. Contracción (S_f), absorción de agua (AA) y resistencia a la flexión (σ_b) de las baldosas cerámicas

La escoria de los altos hornos granulada por agua a 1000–1100°C (1h) se compara con la calumita; los residuos de la cocción del esmalte de la producción de azulejos – con el SLS, y las baldosas cerámicas preparadas a partir de la escoria calcinada de los altos hornos – con las baldosas “Ecolite”. La escoria calcinada de los altos hornos, obtenida únicamente a partir de la melilita, del mismo modo que la wollastonita [13], es un recurso apropiado para la monococción rápida de pastas cerámicas.

CONCLUSIÓN

La economía tribológica (gestión tribológica y marketing tribológico) ayuda a la presentación espacial de las interacciones y de los fenómenos de los contactos que siguen la producción cerámica: recurso – tecnología – producto industrial o materia prima – tecnología – producto industrial – consumo. El acento está en los recursos reciclados (propios o de otras producciones) como sustitutos de los recursos naturales.

La escoria de los altos hornos granulada por agua a 1000–1100°C (1h) y los residuos de la cocción del esmalte de los azulejos son recursos reciclados apropiados para la producción de baldosas cerámicas. Se recomienda la escoria de los altos horno (hasta 70% en peso), compuesto únicamente por la melilita y los residuos de la cocción del esmalte de los azulejos (hasta un 10% en peso) como parte de la composición del soporte para la cocción rápida.

Los residuos industriales búlgaros [7], como materias primas tecnógenas, ofrecen la posibilidad de crear pequeñas y medianas empresas para el reciclado. La forma del clúster es más apropiada para la cooperación de estas empresas con una empresa búlgara o extranjera destacada para la producción de baldosas cerámicas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bozadjiev, L., E. Georgieva, T. Dimova, Complex usage of marble powder, a marble treatment waste, Higher Institute of Chemical Technology Year book – Bourgas, **22**, 2, (1987) pp. 101-104 (en búlgaro).
- [2] Bozadjiev, L.S., T. Dimova, E. Georgieva, Blast-Furnace Slag as a Raw Material for Tiles, *Tile and Brick Int.*, 5, 339-340 (1991).
- [3] Bozadjiev, L., E. Georgieva, T. Dimova, Use of Flotation Copper Ore Tailings in Tile and Brick Bodies, *Tile and Brick Int.*, 6, 426-429 (1991).
- [4] Bozadjiev, L., Facing Tiles Containing Waste from Faience Manufacture. – *Tile and Brick Int.*, 6, 443-445 (1995).
- [5] Bozadjiev, L., Single-Fired Tile Bodies Containing Carbonate Waste, *Tile and Brick Int.*, 2, 116-117 (1996).
- [6] Bozadzhiev, R.L., Bulgarian ceramics competitiveness, *Qualicer*, **3**, Pos. (2010).
- [7] Bozadjiev, R.L., L.S. Bozadjiev, Geo-economic and eco-economic aspects of industrial waste utilization, Journal of international scientific publication, *Ecology & Safety*, **4**, 3, 221-241 (2010) (en búlgaro).
- [8] Iliev, I., Competitiveness in the industrial politics of the country, European integration of Bulgaria, (Lessons and challenges), Science conference, Sofia, 10-11 Noviembre 2004, University pres. "Economy", Sofia, 2006, pp. 89-106 (en búlgaro).
- [9] Lee, W.E., A.R. Boccaccini, J.A. Labrincha, C. Leoneli, C.H. Drummond, C.R. Cheeseman, Ceramic Technology and Sustainable Development, *Amer. Ceramic Soc. Bull.*, 86, 2, 18-25 (2007).

- [10] Manolov, N.M., M. Kandeve, Questions of the interdisciplinary paradigm in cognitive plan, Fourteen science-technical session CONTACT 2004, Interdisciplinary idea in action, 28-29 October 2004, Sofia, 2004, pp. 14-33 (en búlgaro).
- [11] New ceramic tile from recycled industrial waste, *Amer. Ceramic Soc. Bull.*, 74, 10, 91 (1995).
- [12] Radev, Ju., Economics and management of mineral resources, IK "Sv.I.Rilski", MGU, Sofia, 2007 (en búlgaro).
- [13] Rieger, K.C., Wollastonite, *Amer.Ceramic Soc.Bull.*, **76**, 6, 139-140 (1997).
- [14] Simpson, W., Calumite, Hochofenshlacke ist ein Glasrohstoff, *Glastechn. Ber.*, **57**, 3, 45-51 (1984).
- [15] Zaharov, A.I., M.V. Begak, T.V. Guseva, M.A. Vartanyan, Perspectives of increasing energy and ecology results producing ceramic products, *Glass and ceramics*, 10, 19-25 (2009) (en ruso).