

ANALIZA CINEMATICĂ A UNUI ECHIPAMENT MOBIL DE CONCASAT MATERIALE DE CONSTRUCȚII INTERSCHIMBABIL CU CUPA EXCAVATORULUI

KINEMATIC ANALYSIS OF MOBILE CRUSHING EQUIPMENT FOR CONSTRUCTION MATERIALS EXCHANGEABLE WITH EXCAVATOR CUP

Mihaela BRANGĂ¹, Nicușor DRĂGAN², Gigel Florin CĂPĂȚÂNĂ³

¹ Universitatea “Dunărea de Jos” Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila
e-mail: mihaela.branga@yahoo.ro

² Universitatea “Dunărea de Jos” Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila,
Centrul de Cercetare Mecanica Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice - MECMET
e-mail: nicusor.dragan@ugal.ro

³ Universitatea “Dunărea de Jos” Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila,
Centrul de Cercetare Mecanica Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice - MECMET
e-mail: gcapatana@ugal.ro

Rezumat: Articolul prezintă analiza cinematică a unui echipament mobil de concasare a materialelor de construcții de carieră sau rezultate din demolări destinat a fi montat în locul cupei întoarse a unui excavator de dimensiuni medii. Sunt prezentate 3 tipuri de echipamente de concasare ce pot fi montate pe excavator, avantajul major costând în mobilitatea și disponibilitatea în șantierele de construcții. După ce este făcută analiza cinematică a unui echipament de concasare cu fălci, sunt determinate parametrii constructivi și funcționali, precum și principalele elemente care influențează productivitatea. Deasemenea, este propusă și o schemă hidraulică de acționare a mecanismului de concasare cu excentric. Autorii prezintă modelul 3D al echipamentului realizat cu ajutorul software educațional Autodesk Inventor 2020 LT.

Cuvinte cheie: echipament mobil interschimbabil, cupă-concasor, analiză cinematică, modelare parametrică 3D

Abstract: The article presents the kinematic analysis of a mobile equipment for crushing raw construction or demolition materials intended to be mounted instead of the turned bucket of a medium-size excavator. There are 3 types of crushing equipment that can be mounted on the excavator, the major advantage being the mobility and availability in construction sites. After the kinematic analysis of a jaw crushing equipment, the constructive and functional parameters are determined, as well as the main elements that influence the productivity. Also, a hydraulic scheme for operating the eccentric crushing mechanism is proposed. The authors present the 3D model of the equipment made using the educational software Autodesk Inventor 2020 LT.

Keywords: interchangeable mobile equipment, bucket-crusher, kinematic analysis, 3D parametric modeling

1. INTRODUCERE. ECHIPAMENTE DE CONCASAT MOBILE ATAȘATE SISTEMULUI BRAȚ-BALANSIER AL EXCAVATOARELOR

Există diferite tipuri de echipamente atașabile sistemului braț-balansier de excavator precum: Cupa de excavat, Clește de prindere, Clește hidraulic, Picamer hidraulic, Tăietor rotativ hidraulic, Benă de prindere hidraulică, ș.a. Din gama variată de echipamente, face parte și cupa de concasat materiale de construcții, care este un echipament proiectat în scopul îndeplinirii necesității tot mai mari de a recicla pentru reutilizare imediată și refolosire a deșeurilor rezultate din construcții și demolări. Acest echipament cupă de concasat permite o reducere semnificativă a costurilor de consumabile și reciclare de material inert, fără a mai fi nevoie să treacă prin depozitele de deșeuri, fiind un factor fundamental, atât în ceea ce privește protejarea mediului cât și a economiilor.

În prezent există mai multe soluții constructive de concasore de tip cupă precum:

- concasor tip cupă cu fâlcii
- concasor tip cupă cu ciocane
- concasor tip cupă cu freze



Fig. 1 Echipament de concasare mobil Meccanica Breganzese
(inteschimbabil cu echipament de săpare cupă întoarsă)

Compania Meccanica Breganzese prezintă un concasor de serie „B.F.” (fig. 1). Datorită capacității sale, cupa concasor „MB” crește eficiența de lucru a șantierelor mici, medii și mari, având posibilitatea de a manipula materialele și a le zdrobi direct la fața locului, în orice situație, eliminând costurile de transport și acumularea deșeurilor, astfel realizând economii uriașe. Concasorul cupă poate fi utilizat pe excavatoare pe șenile, începând de la 8 tone, care, în mod normal, este disponibil în orice șantier de construcții și nu are nevoie de achiziționarea unei mașini de specialitate. Acest model de cupă concasor, ca orice echipament, funcționează cu ajutorul sistemului hidraulic al excavatorului pe care este atașat. Costurile de transport ale concasorului cupă sunt neglijabile, aceasta fiind mutată ca orice echipament.

Compania VTN Europe produce cupa concasoare atașabilă la utilajele de construcții de serie „FB” (fig. 2). Cupa concasoare „FB” este un echipament proiectat și construit în scopul

Analiza cinematică a unui echipament mobil de concasat materiale de construcții interschimbabil cu cupa excavatorului

de a îndeplini necesitatea tot mai mare de a recicla pentru reutilizarea imediată și re folosirea deșeurilor rezultate din construcții și demolări. Produs în patru modele, este ideal pentru operațiuni, nu numai în șantiere mici și mijlocii, de construcții, cu cantități limitate de deșeuri de materiale, dar, datorită performanțelor sale, chiar și în condiții de muncă extrem de solicitante, cum ar fi în cariere. Cupa este echipată cu un motor cu piston și prevăzută cu o falcă fixă și o falcă mobilă care permite obținerea materialul concasat la dimensiuni diferite.

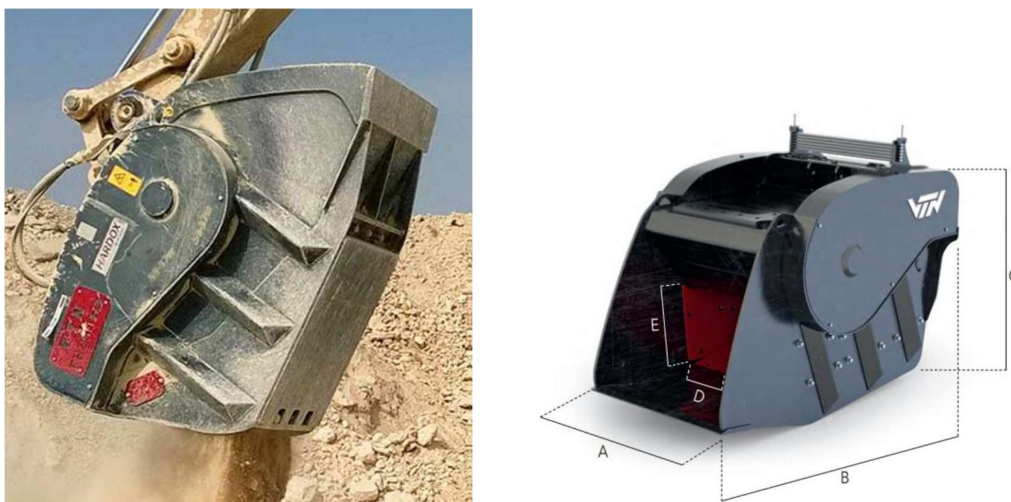


Fig. 2 Echipament de concasare mobil VTN Europe - seria FB

Compania italiană SIMEX prezintă o cupă concasor serie „CBE” cu tambur rotativ având ciocane interschimbabile de maximă eficiență (fig. 3). Dimensiunea materialului produs de concasorul rotativ poate varia de la 0-50 mm, 0-70 mm sau 0-100 mm, prin eliminare sau adăugare a dinților în cupă. Echipamentul poate fi folosit pentru reciclarea sau concasarea deșeurilor provenite din demolări pe șantiere sau a rocilor pentru a produce agregate. Acest echipament oferă beneficii datorită sistemului rotativ de acționare, dezvoltând vibrații cu intensități mult mai reduse în structura cupei, ceea ce permite o fiabilitate mult mai îndelungată. Dacă este necesar, mișcarea de rotație a axului excentric poate fi inversată pentru a împiedica rapid orice blocaj, oferind un avantaj, în cazul procesării materialelor cu umiditate mai ridicată.



Fig. 3 Echipament de concasare mobil SIMEX - seria CBE

2. ANALIZA CINEMATICĂ A ECHIPAMENTULUI DE CONCASAT ATAȘABIL MECANISMULUI BRĂȚ-BALANSIER AL EXCAVATORULUI

Pentru analiza cinematică a echipamentului de concasat, au fost considerate următoarele date inițiale:

- Materialul de concasat: piatră
- Deschiderea minimă dintre fălci $s_1 = 40 \text{ mm}$
- Dimensiunea maximă a materialului de concasat $D = 150 \text{ mm}$
- Coeficientul de afânare al materialului $\mu = 0,7$
- Lățimea fălcii $b = 1300 \text{ mm}$
- Randamentul mecanismului de antrenare: $\eta = 0,8$

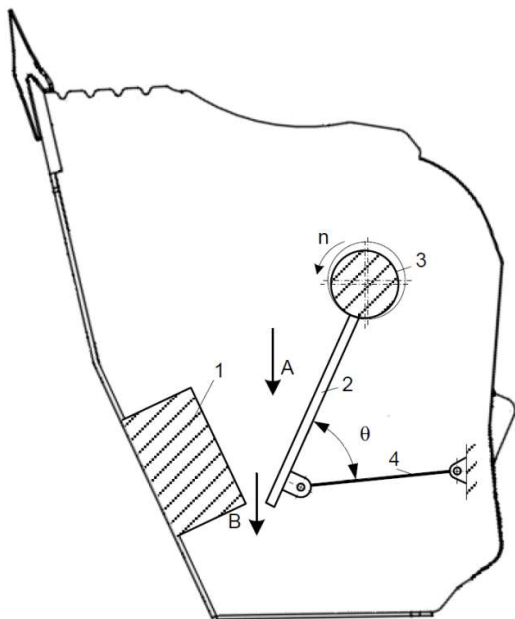


Fig. 4 Echipament mobil cupă concasoare
- părți componente

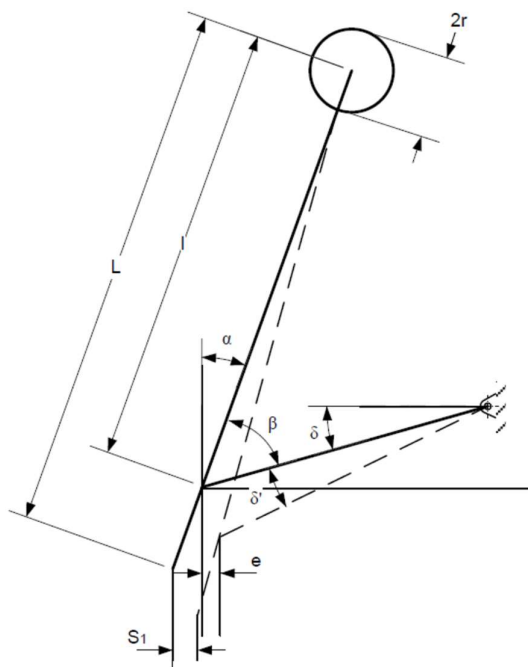


Fig. 5 Schema cinematică de calcul a excentricității
arborelui mecanismului de concasare

În figura 4 sunt prezentate principalele părți componente ale echipamentului mobil de concasat: 1 – falcă fixă; 2 – falcă mobilă; 3 – excentric; 4 – sistem elastic; A – alimentare; B – evacuare.

În figura 5 este prezentată schema cinematică (simplificată) pentru calculul excentricității arborelui mecanismului de concasare. Pentru realizarea cursei s_1 a fălcii mobile este necesară o anumită valoare a excentricității arborelui, care se determină cu relația

$$e = s_1 \frac{l}{L} = l_p [\cos \delta - \cos(\delta + \delta')] \quad , \quad (1)$$

unde

$$\delta' = \frac{2r}{l_p}$$

Analiza cinematică a unui echipament mobil de concasat materiale de construcții interschimbabil cu cupa excavatorului

Pentru echipamentele de concasat cu simplă articulație, parametrii geometrici unghiulari și liniari sunt:

$$\alpha + \beta + \delta = 90^{\circ}$$

$$\beta = 42^{\circ} \dots 48^{\circ}$$

$$\delta = 20^{\circ} \dots 25^{\circ}$$

$$l_p = (1,5 \dots 3,0)r$$

Pentru echipamentul mobil cu cupă de concasat, se obțin:

$$r = 120\text{mm} \rightarrow l_p = 2 \cdot 120 = 240\text{mm}$$

$$e = 15\text{mm}$$

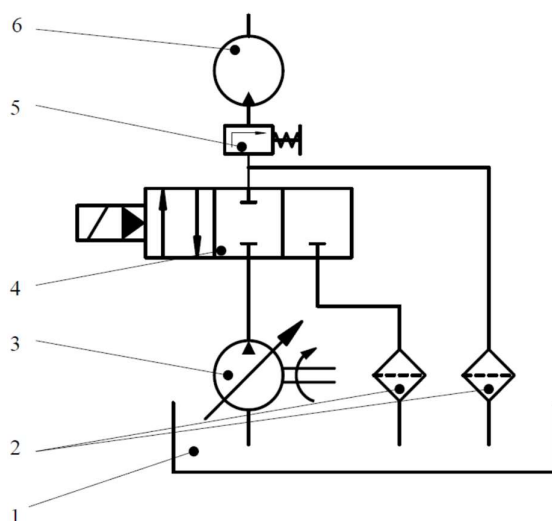


Fig. 6 Schema de acționare hidraulică a echipamentului mobil cupă concasoare

În figura 6 este prezentată schema hidraulică de acționare a echipamentului de tip cupă concasoare, unde: 1-Rezervor; 2-Filtre; 3-Pompă cu debit variabil; 4-Distribuitor; 5-Supapă de siguranță; 6-Motor hidraulic rotativ.

3. ANALIZA STRUCTURALĂ ȘI FUNCȚIONALĂ A ECHIPAMENTULUI DE CONCASAT MOBIL

În figura 7 este prezentat desenul de ansamblu al echipamentului de concasat mobil cu o capacitate de producție de până la 88 m³/h, capacitate care diferă în funcție de mărimea sortului necesar. Părțile principale ale echipamentului sunt următoarele: 1-Cupă; 2-Lagăr rulment; 3-Arbore excentric; 4-Falcă fixă; 5-Blindaj falcă fixă; 6-Semering; 7-Capac semering; 8-Rulment oscilant cu role butoi; 9-Rulment oscilant cu role butoi; 10-Falcă mobilă; 11-Blindaj falcă mobilă; 12-Traversă; 13-Sistem de reglaj; 17-Articulație; 18-Sistem de cuplare; 19-Șaibă; 20-Șurub; 21-Volant; 24-Șurub; 25-Motor hidraulic; 28-Sistem elastic; 42-Capac siguranță.

Ansamblul cupei concasor are în componență un mecanism cu articulație simplă, acționat printr-o transmisie prin curele trapezoidale, acestea la rândul lor sunt acționate cu un motor hidraulic rotativ (poz. 25). Presiunea necesară motorului hidrostatic este preluată de la

instalația hidraulică a excavatorului. De remarcat este sistemul de reglare a dimensiunilor de concasare (poz. 13, 17, 28) care permit obținerea unor sorturi în domeniul 40-150 mm. Mișcarea fâlcii mobile este dată de mișcarea axului cu excentric montat în interiorul fâlcii mobile (poz.3).

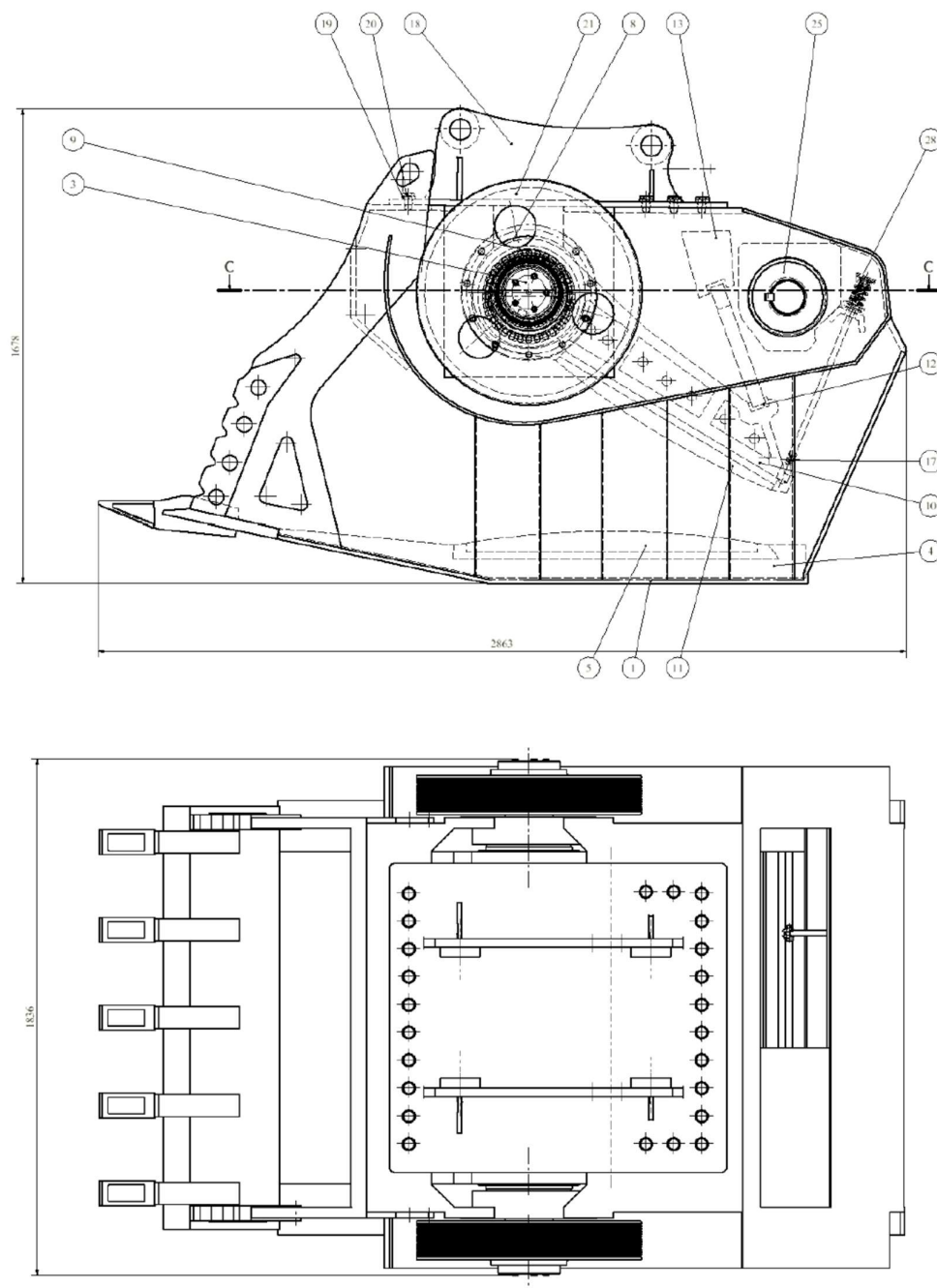


Fig. 7 Ansamblu echipament de concasat tip cupă de excavator

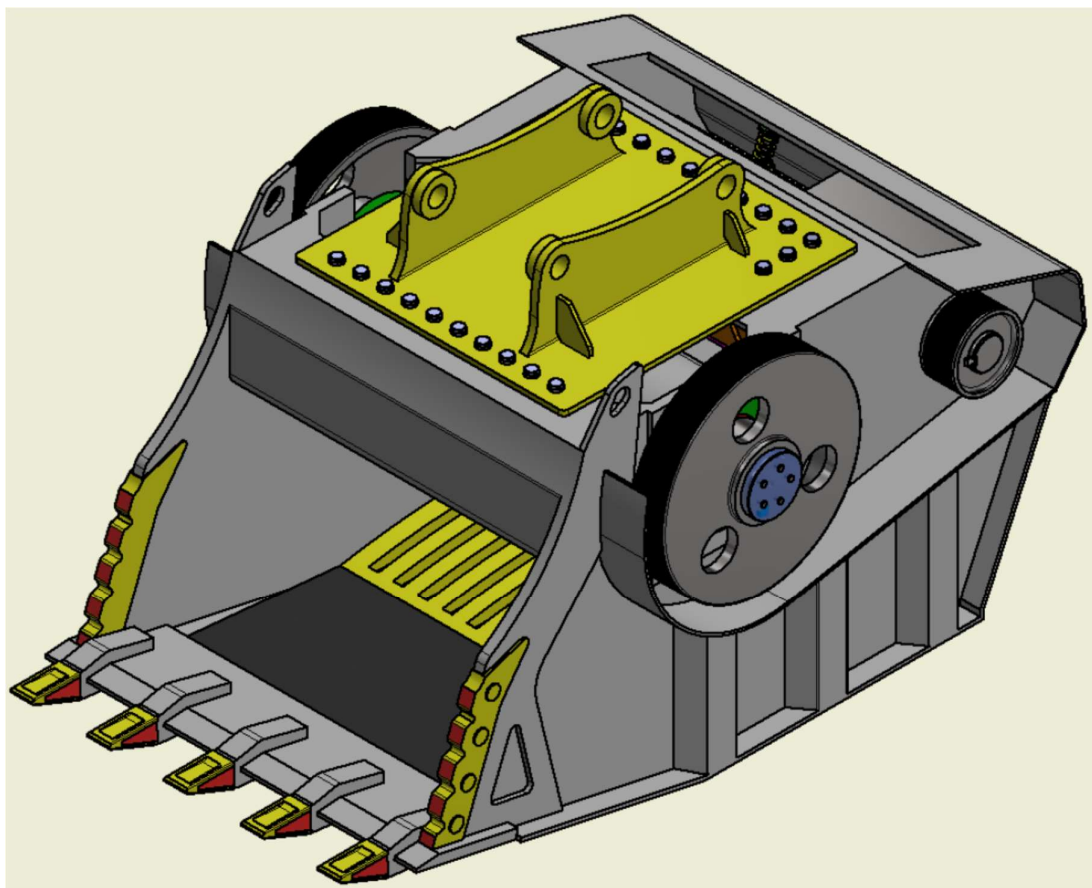


Fig. 8 Echipament de concasat tip cupă de excavator - 3D (Autodesk Inventor LT 2020)

În figura 8 este prezentat desenul 3D al echipamentului de concasat mobil realizat cu software specializat Autodesk Inventor LT 2020.

5. CONCLUZII

Cel mai mare consum de materiale solide, în special roci extrase din cariere îl are industria materialelor de construcții. Aceste materiale pot fi folosite fie sub forma naturală (pietriș, nisip), fie după o prelucrare redusă (marmură, piatră de dimensiuni mari, pentru fundații), fie după o prelucrare complexă (var, ipsos, ciment, gresie, argilă). Pentru a ajunge la dimensiunile optime sau la dimensiuni convenabile a materialelor prelucrate în vederea desfășurării unui bun proces tehnologic se trece la mărunțirea acestora. Dimensiunile optime permițând desfășurarea la o eficiență maximă a procesului tehnologic pentru fiecare produs în parte. Cu scopul de a scădea consumul de energie necesar reducerii dimensiunilor materiilor prime la dimensiuni necesare prelucrării ulterioare s-a ajuns la studierea proceselor de mărunțire și a utilajelor aferente. Acest studiu devenind foarte important datorită faptului că operația de mărunțire este energointensivă. Generic, mărunțirea poate fi definită ca operația care are ca obiect reducerea dimensiunilor materiilor prime sau materialelor sub acțiunea unor forțe mecanice. Materialele solide supuse mărunțirii au inițial forme și dimensiuni geometrice foarte variate și proprietăți fizico-mecanice specifice naturii acestora. Scopul sfărâmării

materiilor prime bineînțeles că este reducerea dimensiunii acestora, acest proces de reducere a dimensiunilor având la bază anumite studii probabilistice. Definirea funcției de distribuție a dimensiunilor particulelor este făcută de alimentarea utilajului dar și de produsul finit rezultat și se poate spune că probabil ca acea particulă de o anumită dimensiune este prezentă în mostra de material sfărmat.

Scopul proiectării unui utilaj de mărunțire este acela de a determina condițiile necesare pentru creșterea probabilității de mărunțire a particulelor cu anumite dimensiuni și pentru obținerea unei distribuții a dimensiunilor dorite la produsul final. Procesul de mărunțire trebuie să se realizeze în așa fel încât materialul prelucrat să nu sufere modificări nedorite, cum ar fi impurificarea sau încălzirea excesivă.

BIBLIOGRAFIE

- [1] **Gh. Iordache, Gh. Ene, M. Rasidescu**, *Utilaje pentru industria materialelor de construcții*, Editura Tehnică, București, 1987
- [2] **P. Dumitrache**, *Rezistența materialelor - Suport de curs în format electronic*, Facultatea de Inginerie din Brăila, 2004
- [3] **A.M. Goanță**, *Infografică 2D/3D*, Editura LUX LIBRIS, Brașov, 2006
- [4] **C. Stăncescu**, *Modelarea parametrică și adaptivă cu Inventor*, Editura Fast, București, 2014
- [5]https://flsmidth-prod-cdn.azureedge.net/-/media/brochures/brochures-products/crushing-and-sizing/2017/tst_jawcrusher.pdf
- [6]<https://www.youtube.com/watch?v=I8dRgE0NRPk>
- [7]https://weil-brechttechnik.de/en/kreiselbrecher/#kb_cs_view
- [8]<https://www.metso.com/products/crushers/cone-crushers/nordberg-mp-series/nordberg>
- [9]<https://www.mclanahan.com/blog/factors-to-consider-when-selecting-the-proper-roll-crusher-for-an-application>
- [10]<https://www.simex.it/getAttachment/921e6890-8c45-4a90-8960-bdbf21a94ede/203.aspx>
- [11]<https://www.finning.com/content/dam/finning/es/Documents/PDF/Nordberg-%20nw-portable-crusher-screen-plants-ilovepdf-compressed.pdf>
- [12]<https://bulksinside.com/versatile-hammer-mills-for-reducing-medium-hard-or-fibrous-materials/>
- [13]<https://www.beidoou.com/mining/impact-crusher-vs-hammer-crusher.html>
- [14]<https://www.beidoou.com/solutions/hammer-crusher-vs-jaw-crusher.html>