

## ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧЕСКИ ПОДХОДИ ПРИ ЕНЕРГЕТИЧЕСКИЯ МЕТОД ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ НА ВАРИАНТИ НА ОТКРИТО-РУДНИЧНИ РАБОТНИ ПРОЦЕСИ

Паун Любенов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски"  
София 1700, България

### РЕЗЮМЕ

Енергетичният метод почива на дадени природни и механо-технологични фактори, като количества полезни изкопаеми, откривка, (допълнителни съпътстващи вещества – полезни товари – както и мъртви товари – тарите на преместващите товари механизми). Този метод приема спазването на качествените изисквания към полезното изкопаемо, товарите въобще, условията за безопасност при работа, дори икономията на финансови средства, отчитани с техен енергетичен еквивалент. Той не отменя, а предполага оразмерителни методи. След количествата товари енергетичният метод оптимизира разстоянията за преместването, на трето място съпротивленията на движение по пътищата на преместване на товарите, анализира и отчита "разсейването" на технологичния процес чрез съпътстващи операции. На четвърто място анализира и отчита общия коефициент на мъртвия товар както и общият коефициент на полезно действие по главното направление на преместването на рудничните товари. На пето място се анализират времената  $T_{дв}$  за движение и тези престои на главния решаващ процес за един цикъл на преместващите товари отделни или последователно-свързани средства. Другите параметри на рудничното поле и рудника са производни на изброените по-горе основни. Основният закон (формула) на енергетично оптималният вариант на производствения цикъл на процеса е:

$$E_i = \frac{Q_i \cdot K_{o.t.i} \cdot L_{пр.i} \cdot W_{пр.i}}{\prod_1^k K_{п.д.к.i}} T_{пр} \rightarrow \min ; i = 1, 2, 3, \dots$$

Където:

$E_i$  – обща енергопоглъщаемост на  $i$ -я вариант на процеса;

$Q_i$  – количество товар на товаропотока в уточнени единици – мярка;

$K_{o.t.i}$  – коефициент на общия товар (полезен и тара);

$L_{пр.i}$  – разстояние на преместване на товарите;

$W_{пр.i}$  – съпротивление на движение на единица товар;

$\prod_1^k K_{п.д.к.i}$  – общ коефициент на полезно действие на производствения процес – главно направление;

$T_{пр}$  – време за преместване на един цикъл – преместване. В съгласие за получаването на количеството енергия \* / обща и относителна / за един производствен цикъл.

### ВЪВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМАТИКАТА

В битността си на строителен среден техник и инженер имах предпочитание към физико-техническите методи за оразмеряване и избиране на икономични якостни проектни и предстоящо практически решения. Затова при първата си среща в Московския минен институт с проф. д.т.н. Е. Ф. Шешко, в присъствието на доц. к.т.н. В. В. Ржевски, помощник-завеждащ на катедрата "Откритие горные работы", (Е. Ф. Шешко беше болнав и под специални грижи), казах му че вътрешно съм убеден, 22 че и в минната научна, проектна и изпълнителска дейност следва да съществува величината "напрежение", както това е в строителната механика. Е. Ф. Шешко прояви интерес и поиска да му обясня как ще постигна това. Отговорих, че вътрешната ми нагласа ме кара да имам такова видение. Като студент в научния кръжок по "Строителна механика" в Софийската политехника в присъствието на трима професори статизи (механици), асистентите им и студентите кръжочници изнесох научен доклад "Прояви на закона на диалектиката за преминаването на количеството в качество в строителната механика", посрещнат с похвали.

Професор А. Квартирников, ректорът, изказа и съжаление, че аз не съм разгледал и закона на диалектиката за единството и борбата на противоположностите в строителната механика.

И така, пред Е. Ф. Шешко започна да се формира научната ми програма "напрежение" като закон, критерий при оценка на открито рудничните процеси, предимно свързани с темата на дисертацията ми: "Рациональные схеми вскрытия применительно к условиям Восточно-Маришского месторождения". Към описания сега момент аз бях приключил с приравнителните изпити за минно инженерство и предметите от кандидатския минимум. Предстоеше създаването на формализирана трудна енергетична теория въз основа на обобщение на проектантска и руднично-изпълнителска практика в СССР и у нас в България.

Някога, някъде великият руски композитор, М. И. Глинка бе казал: "Народ творит музыку, а мы, композиторы, только ее аранжируем". Аз, казах си, трябваше чрез литературни проучвания, запознаване, усвояване на

проектантска и руднично-изпълнителска практика след размишления и анализи да изградя своите зрънца от научни и практически приноси. И кратко казано, чрез влиянието на научния си ръководител, проф. Б. В. Бокий, свързах живота си с “Отдел открытые работы” на Института “Ленгипрошахт”, а в България - с “Инвеститорската дирекция “Марица-Изток”, която контролираше комплексното проучване на въглищното находище и започнатия строеж на рудник “Трояново-1” с 3 млн t/год. А в изработването на проекта му за 5 млн t/год. взех дейно участие в Ленгипрошахт. Това извънредно улесни ме при набирането на геоложки и техноложки материали за дисертацията ми.

Нека тук спомена, че през близо три и половина месеци на 1959 г. в “Ленгипрошахт” взех участие в проектирането на р-к “Трояново – 2” и в направата на Комплексния проект за разройка на въглищното находище на руднични полета. за който имах и разработена дипломна работа на мой дипломант – Спас Кокалов

Удаде ми се в дисертацията ми чрез показателите обща и относителна ( $Q=1t$ ) енергопоглъщаемости, имащи в случая за главния енергиен разход, с размерност  $tm$  полезна физическа работа, отнесена за 1 t обработван материал, да намеря обобщаващия показател на прилаганите в практиката и литературата частни критерии за оптимизиране варианта на проектни решения. А когато полезната работа в  $tm$  отнесем не към тон материал, а към

$\frac{1}{\gamma}t$  или към  $m^3$ , то  $\frac{tm}{m^3} = \frac{t}{m^2}$ , което като размерност е

напрежение, увеличено  $\gamma$  пъти. От казаното тук е видно, че първоначалната ми програма, изложена при Е. Ф. Шешко бе изпълнена. С това приключи първият етап от теорията ми за енергетическо оптимизиране на варианти на открито - руднични процеси. Това явно бе частично енергетично оценяване на открито рудничните товаропотоци по енергопоглъщаемост от полезната физическа работа, която беше главна за разхода на енергия.

Вторият етап следваше да вземе предвид “второто начало на термодинамиката”, отчитащо разсейването на енергия при извършването на каквато и да е полезна работа. Дефинирахме си ний обобщен коефициент на

полезно действие  $\prod_1^k k_{п.д.к.и}$  на открито-рудничния това-

ропоток. Умножавайки с реципрочната стойност  $\frac{1}{\prod_1^k k_{п.д.к.и}}$

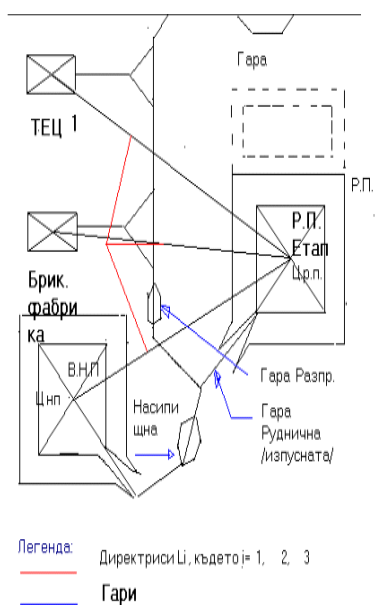
на коефициента на полезното действие енергопоглъщаемостите - обща и относителна ( $Q=1$ ) от полезната работа за товаропотока - получихме пълната обща и относителна енергопоглъщаемост на рудничния товаропоток и повариантното му оптимизиране чрез избиране най-ниската енергопоглъщаемост, дадена със закона в резюмето.

Би следвало с този втори етап да приключи разработката на математическия ми апарат. Но историята на механиката сочи, че учените са се стремили да стигнат до обобщение на законите на механиката (след Галилей, Нютон) и ги

изведат от единно начало. Мопертюи предложи принцип на действието – т.е. производението на масата по скоростта и пътя на движение:  $m V L$  – и трите са наблюдаеми параметри на движещото се тяло. Според Мопертюи действието е закон, по който господ бог разпоредил да се извършват движенията на телата. Л. Ойлер чрез вариационна задача обобщил закона за “най-малкото действие”. по-късно така наречено. Лагранж доказал, че вариациите на най-малкото действие дават условията /диференциалните/ за извеждане трите закона на Нютон за движението на точка или тяло. За различни физически процеси се извеждани формули за най-малкото действие – Лагранж, Хамилтон, Айнщайн, достигайки и до константа на Планк, показваща че енергията има структура и се предава при процесите на микрокосмоса на количествени части, наречени кванти енергия и квант най-малко действие, константата на Планк.

При свои дългогодишни занимания с енергетичността на открито-рудничните процеси, аз откривах аналогии между разсейването на енергиите в микро и макрокосмоса. В случая – предаване на специфични порции енергия. А тях аз при открито рудничните процеси ги нарекох още преди пенсионирането си през 1977 година с името макрокванти енергии и макроквант действия. По-късно стигнах и до макрокванти специфични действия. Но в същност те представляват енергопоглъщаемост на процеса за единица маса, за реални величини дължина на път и в реални единици време - цикъл. Или, според нас, съществува квантова механика освен за микросвета, но и за макросвета със своите макрокванти енергия и действие. Квантите енергия ще има тогава, когато единицата маса на товаропотока е микрообект, дължината  $L$  е макро или микро величина, а времето се разглежда като честота (цикли) на енергетичната проява. С това, мисля, доказвам правотата на А. Айнщайн, че “бог не се занимава с хвърляне на зарове”. Квантовите явления, както по-долу с формули ще покажа имат по-сложна детерминираност от тази, която следва от логиката и апарата на класическата Нютонова механика. Това е завършекът за сега на най-трудната ми научно-енергетична програма.

Енергетичният ни апаратен метод почива на дадени природни механизационно-технологически фактори от детерминиран и от случаен (вероятностен) характер. Ще се условим с главни латински букви да означаваме макропараметри на открито рудничните варианти на товаропотка. А с малки латински букви крайни и диференциални разлики, както и маневрени величини, разпръсвания и полепвания по работните съдове, престои без работа и др., т.е. подпараметрите на процеса, а с малки гръцки букви - величини-съотношения дадени подпараметри със съответните им макровеличини. Съотношенията са предимно с величини с вероятностен характер. Макро величините на товаропотока са  $Q_i$ ,  $Q_o$ ,  $Q_d$  – тегло – товар “и”-индекс - полезно изкопаемо, с индекс “о” – откривка и с “д” - допълнителни природни руднични товари. Машините или преместващите им органи имат мъртво тегло – коефициент на тара. Дължината на товаропотока има две макро величини –  $L'$  и  $L$  – разстояние съответно между центровете на тежестта на отправното и приемното товаро-поле (фиг.1 и фиг.2) или пък разстоянието по трасето на пътя на товаропотока;



Фиг. 1: "Марица-Изток"- Схема на първия промишлен комплекс

Отношението  $k_{p,t} = L / L'$  представлява коефициент на развитие на трасето.  $L = \sum_1^k L_k$ ; където  $L_k$  е участък с

дадено съпротивление на движение  $w_k$ , за което по тягова характеристика на локомотив, автовлекач и др. се определя скоростта  $V_k$ .

$$V_{дв.i} = \sum_1^k V_k; T_{дв.i} = \frac{L}{\sum_1^k V_k}; W_{cp.i} = \frac{\sum_1^k W_k L_k}{\sum_1^k L_k} - \text{е сред-}$$

ното съпротивление на движение по трасето на пътя  $L_i$ .  
 $P_{лi}$  – тегло на локомотива или автовлекача;  $q_o$  – тегло на вагона (самосвала);

$q$  – вместимост на вагона (самосвала);  $k_T = \frac{q_o}{q}$  -

коефициент на тара;  $k_{от.i} = 1 + 2 \frac{q_o + P_{лi}}{q}$  - коефициент

на обща тара на (авто)влака;  
 $i = 1, 2, 3, \dots$  - номер на варианта товаропоток.

При така извършените в дисертацията ми анализи за видовете премествания на руднични товари чрез влак (авто), конвейери и хидротранспорт (за общност на анализа), аз стигнах до формулирането на критерия за оптималност на товаропоток по енергия равна на нужната полезна работа във вида измерение като енергопоглъщаемост и напрежение. Първият ми основен непълнен закон (критерий) а именно:

$$k_{от.i} \cdot Q_i \cdot L_i \cdot W_{cp.i} \cdot \left( \frac{tm}{t} \equiv \frac{tm}{\gamma m^3} \equiv \frac{1}{\gamma} \frac{t}{m^2} \right) \rightarrow \min \quad (I.1)$$

С този наш обобщаващ критерий, както бе казано, приключи първият етап на програмата ми. В дисертацията

бяха изложени също по различни поводи и частните критерии: Например,

$H_o - \min$  (минимална мощност на откривка в областите за разполагане на извозните и разрезна траншея;

Критерият  $Q_o, t - \min$  -или  $Q_o, \text{куб. м} - \min$  - прилагани за избора на вариант на извозните и разрезната траншеи при строителството на рудника и др.;

Критериите  $L$  или  $L / L' - \min$  ----,  $K_{рт} = L / L' - \min$  на коефициента на развитието на трасето за избора на насипищно поле или предаватерно-приемно поле за потребителите.

При  $Q_i = 1$  общата енергопоглъщаемост за полезната работа на товаропотока преминава в относителна. Тя приема вида

$$k_{от.i} \cdot L_i \cdot W_{cp.i} \cdot \left( \frac{tm}{t} \equiv \frac{1}{\gamma} \frac{t}{m^2} \right) \rightarrow \min; \text{тук } (Q_i = 1) \quad (I.2)$$

С това приключи първия етап на програмата – защитата на дисертацията ми - с насърчения от учени в научния съвет от ЛГИ – Ленинградския минен институт - да продължа по-нататък своите целеви енергетични разработки.

В България, в МГИ. Поради тежки семейни боледувания и смърт на жена ми от сарком на стомаха, а аз боледувах от тежък хепатит. Като преподавател в МГИ бях много затруднен. Затова научната ми програма почти прекъсна, без да бъде изцяло забравена.

Вторият етап се осъществи с въвеждане на критерия за пълната енергопоглъщаемост – обща и относителна във вида:

$$\frac{k_{от.i} \cdot Q_i \cdot L_i \cdot W_{cp.i}}{\prod_1^n k_{п.д.к.i}} \rightarrow \min \quad (II.1)$$

тук  $\prod_1^n k_{п.д.к.i}$  - общ коефициент на полезно действие на товаропотока, като произведение на частни такива коефициенти

Или при  $Q=1$

$$\frac{k_{от.i} \cdot L_i \cdot W_{cp.i}}{\prod_1^n k_{п.д.к.i}} \rightarrow \min \quad (II.2)$$

Тук  $K_{п.д.к}$  – частен коефициент на полезно действие, компонент на общия КПД.

Пътят следва релефа и е съобразен с техническите изисквания за съответния вид транспорт. Включва се в пределите  $L'$ , т.е. във части на геодезични линии.



Фиг. 2 Към изменението от влиянието на формата на земята и релефа и върху най-късите разстояния на преместване на товари и при всякакви повърхностни движения.

Така бе спазено изискването за отчитане енергията на разсейване при изпълнението на товаропотока с варианти  $i=1, 2, 3, \dots$

Третият обобщаващ, но и новаторски отново стадий, същевременно той и завършващ за сега етап за оптимизиране на открито-руднични товаропотоци почива:

Първо, на универсализирането на "второто начало на термодинамиката върху всички макропараметри на енергопотлъчаемостта – обща и относителна - като е прието, че и тези параметри се разсейват. Разсейването се раглежда и отчита чрез частни подпараметри, означавани с малка латиница, отнесени към всеки свой макропараметър, изразени във вид на емпирични коефициенти - съотношения на разсейване на параметъра - означавани от нас с малки гръцки букви. Най-често букви съответстващи на главните латински букви на макропараметрите.

Втората основа на обобщения предлаган мой закон за оптимизиране на открито-руднични товаропотоци почива на обобщението на законите на класическата нютонова механика, както по-горе казах, довели до величината "най-малко действие". Обобщения извършвани от Л. Ойлер, Лагранж и други велики учени. Без повече подробности, нашият основен закон (критерий) за оптимизиране на открито-руднични товаропотоци има вида:

$$\frac{V_{ср.i}^2}{Q_i \cdot L_i} = \frac{\gamma_i k_{o.t.i} \mu_i \lambda_i}{v_i \tau_i} \frac{1}{T_{д.в.i}} = \frac{\gamma_i k_{o.t.i} \mu_i \lambda_i}{v_i \tau_i} \varphi_i \rightarrow \min \quad (III.1)$$

$$\varphi_i = \frac{1}{T_{д.в.i}} - \text{честота (фреквенция) на открито-рудничния}$$

товаропоток, заместваща времето на движение, но без отчитане на технологични и случайни спирания, престои - подпараметри.

Лявата част на израз (III.1) представлява кинетичната енергия (живата сила), която  $i$ -тия вариант на открито-рудничния товаропоток, която се излъчва (разсейва) за единица полезен товар и за единица дължина от пътя на товаропотока.

За цялото разстояние на преместване на товара трите части на израз /III- / се умножават с пътя  $L$ . Ще се получи изразът /III-2 /.

Първата дробна част в дясно представлява "макроквант действие на товаропотока рудничен".

Следователно, лявата част пък е "макроквант енергия на товаропотока", за които названия бях осмиван. Може би от някои "многознаещи". Дотолкова, доколкото товаропотоците - варианти са константно оптимизирани, т. е. оптимизирани своевременно чрез своите макропараметри, то от изрази (III.1) и / III – 2 / следва, че това не е достатъчно, защото не са отчитани разсейванията, за които казахме по-горе. Известно е, че константата, т. е. запазващата се оптимизация, но при вариация тя дава нула. И ето че главният практически интерес може би трябва да бъде насочен към закона за случайните количества (величините-съотношения) по отношение на полезния товар, на дължината на пътя, на изменението на обема на преместващия товар съд, от полепване или недопълване с материал, по отношение към величините-флуктоации на скоростта в отделните неравносъпротивителни участъци на пътя.

Главният ми пък теоретичен извод е, че основният закон на макроквантовата динамика ( III . 1 ) и / iii – 2 / е по-общ и той съдържа в себе си закона на квантовата механика, когато  $Q_1$  е микрообект, а  $L_1$  е някакво реално разстояние – микрообект или макрообект - а  $T_{дв.1} \neq 0$ , но  $\rightarrow 0$ .

Ще посоча още един наш фундаментален резултат на досегашните ни разработки. Той представлява доказанието от нас чрез израз (I.1) и (I.2) факт, че съществува в природната действителност и “напрежение на движение” върху материалния къс, освен широко известните: еластични, пластични и разрушаващи напрежения, доказвани чрез опитни образци на материал в изпитателните станции.

Следователно, трите ни закона за оптималност могат да получат следните словесни изкази:

1. Оптимален вариант на открито-рудничен товаропоток е този, който има най-ниско напрежение / относителна енергопоглъщаемост / за извършването на полезната физическа работа, т.е. за главния разход на енергия // Ниво I на кандидатската ми дисертация в Ленинград..
2. Оптимален товаропоток е този, който има най-ниско напрежение на движение на товара или най-ниска относителна енергопоглъщаемост
3. Оптимално проектно или производствено изпълнение на открито-рудничен товаропоток е това, при което наред с най-малката относителна енергопоглъщаемост / най-ниско напрежение на движение на товара / от детерминирани макропараметри на товаропотока, следва да се отчетат и “най-малкото макродействие” и “най- ниския макроквант енергия” от разсейването на подпараметрите на макропараметрите на товаропотока съгласно с “второто начало на термодинамиката.
4. И накрая, ще представим изборът на оптимален открито-рудничен товаропоток по критерия за оптимална психофизическа и творческо - изобретателска работоспособност, въз основа на разграничение една от друга на физическата, психофизиологическата и творческо-изобретателската работоспособности. Аналитичният израз на критерия за оптималност на открито -рудничните варианти на товаропотока при следващите приети означения:

$J = 15 j$  - физическа работоспособност на едно заето в работния процес лице, .

$N_{фр}$  – брой работници само с физическа работоспособност

$K_{пс.Нпс}$  – коефициент на психо-физиологическата работоспособност на групата работници от щата с повишена квалификация,

$K_{ти.Нти}$  – коефициент на творческо изобретателска работоспособност на групата работници от щата обслужващ товаротока,

$N_{пс}$  – брой на работниците в групата с повишена психическа работоспособност,

$N_{ти}$  – брой на работниците с творческо-изобретателска работоспособност,

$K_{пс} > 1$ - коефициент-съотношение за по-високата цена на психическата работоспособност на лице от съответната група работници спрямо лице само с физическа работоспособност,

$K_{ти} > 1$  коефициент-съотношение за отчитане на по-високата величина на творческо – изобретателската работоспособност от тази на работник, зает само с физическата си работоспособност в процеса,

Главният закон / критерий / за оптималност на вариант на открито - рудничен товаропоток по условието за психофизическа и творческо-изобретателска работоспособности на заетите в процеса лица-работници има вида:

$$\mathcal{E} = 15 / N_{фр} + K_{пс.Нпс} + K_{ти.Нти} / j, j \text{ ---- } \min, \quad - / IV.1 /$$

а при  $Q = 1 t$ , следва равенството:

$$\mathcal{e} = \mathcal{E} / Q = 15 / N_{фр} + K_{пс.Нпс} + K_{ти.Нти} / Q j, j, \text{ ---} \min, \quad / IV.2 /$$

## ЛИТЕРАТУРА

- Любенав П. Рациональные схемы вскрытия с точки зрения строительства применительно к условиям Восточномаришского месторождения Автореферат. Ленинград. ЛГИ. 1956. с. 22
- Любенов П. Определяне на минималното напречно сечение на разрезната траншея по откривка при предаване на рудника в експлоатация. Сп. Минно дело, 1959, 4, с. 63 – 68
- Любенов П. Към въпроса за паралелното и ветрилообразно придвижване на фронта на работите при откритото разработване на Източномаришкото лигнитно находище. Год. ВМГИ, т. 6, 1960, ч. 1-2, с. 363 – 384
- Любенов П. За енергопоглъщаемостта на работите по придвижване на багерите при паралелното и ветрилообразно преместване на фронта. Сп. Минно дело и металургия, 1960, 10, с. 36 – 40
- Любенов П. Върху енергопоглъщаемостта на пътните работи при паралелно и ветрилообразно преместване на фронта в откритите рудници. МНИИ, Съобщения, бр. 3, януари, 1961, с. 12 –22.
- Любенов П. Сравнение на енергитични показатели на отделните видове багери и транспорт при откритите минни работи. Год. ВМГИ, т. 7, 1962, св. 2, 351 - 387

- Любенов П. Уравнение на енергомеханичния еквивалент на отделните видове транспорт при преодоляване на основното и допълнителните съпротивления в рудници. Год. ВМГИ, т. 7, 1962, св. 2, 331 – 349
- Любенов П. Върху метода за определяне на границите на рудниците в Източномаришкия лигнитен басейн. Год. ВМГИ, т. 8, 1963, 129 – 135
- Любенов П. Определяне на енергитично оптималната дължина на фронта в откритите рудници в условията на Източномаришкия лигнитен басейн- Год. ВМГИ, т. 8, 1963, с. 161 –174
- Любенов П. Об енергетическом подходе к решению задачи развития топливного комплекса Восточномаришского бассейна. Сб. Технология, механизация и организация работ. М., НАУКА, 1969, с. 204 – 207
- Любенов П. Определение текущих объемов угля и вскрыши с помощью ЭВМ. Научные труды, М. 1969, с. 56 – 65
- Любенов П. За подхода към процеса на изучаването на борбата със свлачищата в Източно- Маришкия басейн и главните физико-механични фактори, взаимовръзки с масива и тяхната взаимовръзка. Дискусия по въпросите за свлачищните деформации в откритите рудници на ДМП "Марица-Изток", Раднево, 1972, 36-47.
- Любенов П. и др. Энергомеханические показатели вариантов системы открытой разработки. Научные труды, 1972, с. 132 – 139.
- Любенов П. Крайна дълбочина на разкриване с челно присъединени извозни траншеи към рудничното поле. Сб. "20 години ВМГИ". 1973, ч. 1, с. 189 –199.
- Любенов П. Об одном энергетическом критерие оптимального управления горным производством на карьерах. Доклады и сообщения, ИСАМС, 1973, Сб. А, с. 86 – 102.
- Любенов П. Энергетический метод оценки выбора вариантов структур комплексной механизации вскрышных грузопотоков карьеров 1 и 3 Восточномаришского месторождения лигнитов в НРБ. Любенов и др. Сб. Международная конференция по механизации и земстройных работ. Прага, 1975, т. 1, с. 42 - 63.
- Любенов П. Энергитичен метод за избиране на варианти на проектни решения. Сб. на доклади на коференцията: "Състояние, проблеми и перспективи за развитие на проучването и добиването на минерални суровини за енергийни цели". ВМГИ, 1975, с. 9 – 21.
- Любенов П. Аналитический метод расчета Энергетически оптимальных зон влияния потребителей угля ТЭЦ 1 и ТЭЦ 2 при разкрийке Восточномаришского бассейна на карьерные поля. Сб. на доклади от конф. "състояние, проблеми и перспектививи за развитие на проучването и добиването на минерални суровини за енергийни цели.ВМГИ,1975, с. 23 –32
- Любенов П., Ст. Стоянов. Върху метода за определяне на честотите на динамичните натоварвания на баластовата призма и земното платно при работа на верижните багери и в влаковете в рудник Трояново 1. Републикански симпозиум на младите научни работници и специалисти. Геология и минно дело.. София, октомври 1975, с. 187 - 195
- Любенов П. За необходимостта от прилагането на обобщено-комплексен енергитичен критерий за оптимално управление на руднични товаро потоци. 3-та национална конференция по автоматизация на миннодобивната промишленост. Варна, 1976, рез. с. 72
- Съвременно-физична и гносеологична трактовка на някои методи за анализ и оптимално управление на на товаропотоците в откритите рудници. 3-та национална конференция по автоматизация на миннодобивната промишленост. Варна, 1976, рез. с. 68 – 70.
- Любенов П. За някои от възможностите на енергитическия метод за оптимален избор на руднични проектни или маршрутни варианти. Варна, 1998, Конференция по открит добив на полезни изкопаеми с международно участие, с. 332 – 337
- А.С.. Предводителев. Механика движений. Издательство БГУ им. В.И. Ленина, Минск, 1975, с. 8 –12.т

Препоръчана за публикуване от катедра  
"Открито разработване на полезни изкопаеми  
и взривни работи" на МТФ

# THEORITIC-PRACTICAL APPROACHES OF ENERGETIC METHOD OF OPTIMIZED VARIANTS OF OPEN-MINING PROCESSES

**Paun Ljubenov**

## ABSTRACT

Energetic approach lays on particular nature and mechanic-technologic factors of determinate and occasional (probable) character, as: quantities of mineral resources, openings (additionally supporting substances, useful lots, dead lots, tares of moving mechanisms.

This method accepts following of quality requirements to the useful mineral resource, lots in common, security work conditions, even financial sources economy, indicated with their technic equivalent. It do not abolis, but suppose sizeshaping methods. After quantities of lots,energetic method optimizes distances of movement, on third place resistance of movement on the road of the lots, analyzes "dispersion" of technologic process by supporting operations.

Forth, it analyzes and indicates total coeficient of dead lots, as much as total coeficient of useful activity on the main movement direction of movement of useful lots.

Fifth, -It analyzes times  $T_{дв}$  of movement, and this stges at the main decision process for one cycle of lot moving separate or following connected facilities. Other parameters of mining source are derivativ of the mentioned above

$$k_{от,i} \cdot Q_i \cdot L_i \cdot W_{сп,i} \cdot \left( \frac{tm}{t} \equiv \frac{tm}{\gamma m^3} \equiv \frac{1}{\gamma} \frac{t}{m^2} \right) \rightarrow \min ,$$

$i=1,2,3$

Where:

$E_i$ - total energyadsorbtion of  $i$ -variant of process

$Q_i$ - lot quantity in clear units- measure

$K_{от}$   $i$ -coeficient of total lot (useful and tare)

$L_{сп,i}$ - distance of lots movement

$W_{сп,i}$ -movement resistance of lot unit

$T_{дв,i}$ - time of movement of a cycle—movement. In accordance with reception of quantity of energy/ total and comparable/ for one production cycle.

$\prod_{i=1}^k k_{п.д.к.i}$  - total coeficient of useful activity of production process –basic direction.

## INTRODUCTION INTO PROBLEM

As post-graduate student at LGI I started studying theory and practice of open mining of mineral sources by the book "Open mining of mineral resources sources" Уолстехиздат 1951, and the work "Bases of the theory of opening of quarry fields" M. 1953 (dissertation of E. F. Sheshco as Dr. of technical sciences), and his other printed works, as other Soviet authors. For solution

Me, as follower of dialectic materialism, and building engineer, as much, as private sciences, I was not fully satisfied of approaches, applied for solution of open-mining project tasks, and applied in management of exploitation of different stages of mining production.

Still at our first meeting with E.F. Sheshco in Moscow at the Department, I told him, that so much complicated system of mine, had or should have value of tension, similar to building construction.

At buildingmechanics buildingconstruction could tough and secure projected, and then used with the expression of warrantable tension. Of course, economically. Because, in my mind there was a physicommechanic analogy between building construction and mine: mine as complexed not static, but dynamic system.

I answered that I had such a vision. As a student at the scientific group "Building mechanics" at Sofia Polytechnic, I read the scientific report "Act of the Law of passing of quantity in quality at the Building (theoretic) Mechanics, in the presence of three professors static (mechanics), and it had been met with praises.

So, ahead of E. F. Sheshco, It became a formation of my scientific program "tensity" as law, craters of evaluation of the open-mining processes, basically connected to the topic of my dissertation "Rational schemes of opening of East Maritsa Lignite source".

Up to the mentioned moment, I have been concluded with the equalization exams of mining engineering and objects of candidate minimum. There was coming developing of formalized theory on the base of generalization of project and executive-mining practice.

Sometimes, somewhere, the great Russian composer M. I. Glinka, used to say: "People make music, and we-composers arrange it."

So, I had to study, to be introduced with, to assimilate project and open-mining practice after thinking and analyses, and to feed my corn of scientific and practice contributions. So, briefly, by the influence of my scientific manager Prof. B. V. Bokii, I connected my life with "Open mining" Department of Lengyproshacht, and "Investors direction "Maritsa East", which controlled complex studying of coke source, and began source of mine "Troianovo-1" with 3 mln t/year, and I worked on the project of this mining of 5 million tones/year, so I took an active participation.

By the indicators of total and comparative energyadsorbtion, which had (in the case of my dissertation), size of useful physic work, related to one tone of worked material, to find generalized indicator of the accepted in practice private criteria of optimization of the variant of project decisions. And when useful work have been referred not to tone of material, but

$$\frac{1}{\gamma}t \text{ or to } m^3, \text{ to } \frac{tm}{m^3} = \frac{t}{m^2},$$

Which tension have been increased  $\gamma$  times. So, my basic program, expressed ahead of Sheshco, has been completed. With it first stage of the theory of energetic optimization finished. It was a partial energetic appreciation of open mining lot flow by energy consumption of the useful physical work.

Second stage should take into consideration "the second beginning of thermodynamics, giving energy dispersion when making any useful work. We definated a generalized coefficient of useful work.

$$\prod_1^k k_{n,d,k,i} \text{ Of mining lot flow.}$$

Increasing with reciprocal value  $\frac{1}{\prod_1^k k_{n,d,k,i}}$  energyadsorbtion-

general and comparative ( $Q=1$ ) from the useful work of lots flow, and variant optimization by choosing lowest energyadsorbtion, mentioned in the Law in the resume.

I should stop on this second stage of my mathematic aparate. But history of mechanics shows, that scientists tried to get a summary of the mechanic laws (after Galilei, Newton), and to develop It from united begging. Mopertui have offered the principle of activity-i.e. Multiplication mass by speed by path of division- all the three are observed parameters of the moving body.

According Mopertui division is a law, by what GodFather have ordered movements of bodies to be made.

By vibration task L. Oiler generalized "Law of smallest activity, called so lately. Lagrange have improved, that variations of smallest activity give conditions (differential) ones of leading three Newton Laws of movement of a point or body.

There are formulas of the smallest activity of different physic processes- Lagrange, Hamilton, Einstein, going to Plank constant, showing that energy has a structure and it is transmitted in microspace processes in quantity parts, called "energy quant " and "quant of smallest activity", or constant of Plank.

In my long-year studies of open-mining processes, ldiscovered analogues between change and dispersion of energies in micro and macrospace.

In this case- transformation of specific portions of energy. lcalled it still before my pension in 1975 smallest activity and macroquant energies in open-mining processes.

Actually, they are an energyadsorbtion of process for unit of mass, for unit of path, and unit of time cycle.

Or, from my point of view, there exists Quant mechanics, except for the microworld, but for the macroworld with it macroquants of energy and activity.

Quants of energy will exist then, when unit of mass microobjects, and unit of path of lot flow are real distance and microspace and time is considered as frequency (cycles) of energetic activity.

With it, I think, I prove correctness of Einstein, that "God do not occupy in playing in dies".

Quant phenomenon, as I'll show above by formulas, have much more complexed determination of this, which follows of the logic and aparate of classic Newton mechanics. It's, maybe for nowadays, an end of my most difficult scientific-energetic program.

## 2. Basic energetic exchange and its application for choosing of optimal open-mining lot flows

Our energy aparate method lays on particular nature mechanic-technologic factors of determined and of a probable character. We will name with capital Latin letters macroparameters of open-mining variants off lot flow. And with differential differences, as much as shunting quantities. Macro quantities of the lot flow are  $Q_n, Q_o, Q_d$  - lot weight and useful mineral resources indexed "o", opening and useful mineral resource, "d" -additional nature mineral lots.

Machines and their moving organs have dead weight-coefficient of tare weight.

Length of lot flow have two macro quantities-  $L'$  and  $L$  - respectfully distance between centers of weight of starting off field (fig 1 and fig 2), or the distance of the trace on, the road of lot flow,  $k_{p,T} = L / L$ -coefficient of developing of the trace;

$$L = \sum_1^k l_k ; l_k - \text{section with particular strength of movement}$$

$w_k$ , for which engine, auto traction-engine and etc. is defined the speed  $k_v$ ;

$$V_{дв.и} = \sum_1^k V_k ; T_{дв.и} = \frac{L}{\sum_1^k V_k} ; W_{cp.и} = \frac{\sum_1^k W_k l_k}{\sum_1^k l_k}$$

- avarage strength of movement on the trace of the road

$$L_{i.} \dots$$

$P_{н.и}$  -weight of engine or auto-traction-engine;  $q_o$  -

weight of the waggon



$q$  – volume of the wagon;  $k_t = \frac{q_o}{q}$  -coefficient of tare;

$$k_{ot.i} \cdot Q_i \cdot L_i \cdot W_{cp.i} \left( \frac{tm}{t} \equiv \frac{tm}{\gamma m^3} \equiv \frac{1}{\gamma} \frac{t}{m^2} \right) \rightarrow \min$$

(I.1

$$k_{ot.i} = 1 + 2 \frac{q_o + P_n}{q} - \text{coefficient of total tare of the}$$

autotrain

$i = 1, 2, 3, \dots$  - number of lot flow variant

So, making such an analyses in my dissertation of movement of mine lots by (auto) train, conveyers and hydrotransport (for generalization of the analyzes), I got to formula an optimality criteria of lot flow by energy equal to the necessary useful physics work, in the type of dimension as energyadsorbtion and tension. My first (not full Law (criteria) is exactly:

With this generalizing criteria, as I told, finished the first stage of my program. There have been laid private criteria for different occasions:

$H_o$  – min (minimal power of opening in the ranges of dispose of transport and section trnch

Criteria  $Q_o, t \rightarrow \min$  -или  $Q_o, \text{ куб. м} \rightarrow \min$  – applied for choice of variant of transporting and cutting trenches when opening the mine

Criteria  $L$  or  $L / L' - \min$  ----,  $K_{pr} = L / L' \rightarrow \min$  - of the coefficient of developing of the trace for the choice of spoil, or given-received field for users.

When  $Q_i = 1$ , total enegyadsorbtion for the usefull physics work of lot flow passes to comparable one. It becomes

$$k_{om.i} \cdot L_i \cdot W_{cp.i} \left( \frac{tm}{t} \equiv \frac{1}{\gamma} \frac{t}{m^2} \right) \rightarrow \min; \text{ here } (Q_i = 1) \quad (I.2)$$

With this first stage the program finished. Defense of my dissertation passed with encouragement from

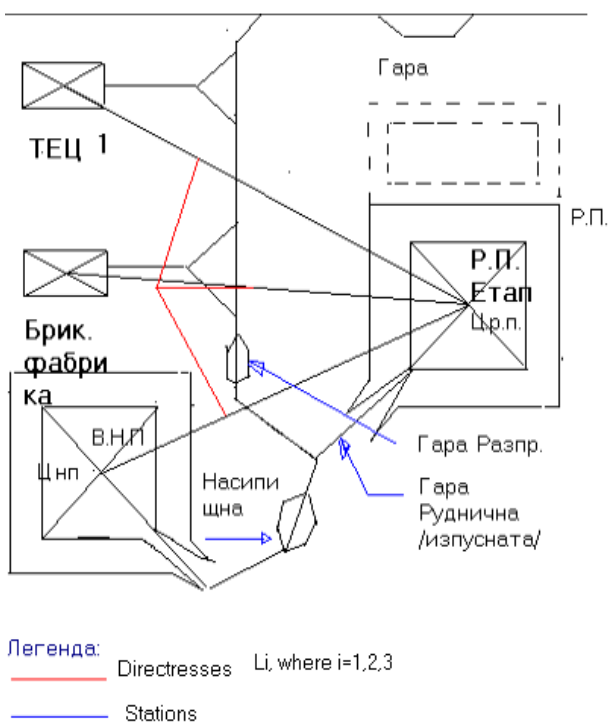


Fig.1 "Maritsa East" -First Industrial Complex

Scientific Union of LGI- Leningrad Mining Institute –  
to continue my air energetic development.

In Bulgaria, at MGU. Due to heavy family illnesses,  
and death of my wife of stomach cancer, and I was ill of  
strong hepatitis, I was in a big difficulty. So my  
scientific program have been almost interrupted, without  
being fully forgotten.

Second stage have been realized by introduction of  
criteria of total energyadsorbtion –total and comparable,  
of the type:

$$\frac{k_{o.t.i} \cdot Q_i \cdot L_i \cdot W_{cp,i}}{\prod_1^n k_{n.d.k,i}} \rightarrow \min \quad (II.1)$$

here  $\prod_1^n k_{n.d.k,i}$  -general coefficient of useful activity of

lot float, as multiplication of private ones.

or when  $Q=1$

$$\frac{k_{o.t,i} \cdot L_i \cdot W_{cp,i}}{\prod_1^n k_{n.d,k,i}} \rightarrow \min \quad (II.2)$$

Here  $K_{n,d,k}$  – private coefficient of useful activity, component  
of the total KUA (coefficient of useful activity).

So, It was kept the requirement of indication of energy of  
dispersion, when executing lot flow in variants  $l= 1, 2, 3...$

The Third, generalizing, but new again, at the same time  
concluding stage of optimization of open-mining lot floats, by  
now, lays on:

Universalization of “The second beginning of  
thermodynamics of all the macroparamaters of  
energyadsorbtion- total and comparable”, as it have been  
accepted, but this parameters disperse also.

Dispersion is considered and indicated by private  
subparameters of every macroparameter type. Subparameter  
types and its empiric coefficients- correlation of dispersion –  
written by us in small Greek letters. Most corresponding letters  
of the capital Latin letters of the macroparameters.

2. Second base of my generalized Law of optimization lays  
on the generalization of the Law of classic Newton Mechanics,  
as I said above, by the magnitude of “smallest activity”.

Generalizations made by L. Oiler, Lagrange and other great  
scientist. Without more details, our basic Law (Criteria) of  
optimization of open-mining lot flows is of the type:

$$\frac{V_{cp,i}^2}{Q_i \cdot L_i} = \frac{\gamma_i k_{o.t,i} \mu_i \lambda_i}{v_i \tau_i} \frac{1}{T_{d.b,i}} = \frac{\gamma_i k_{o.t,i} \mu_i \lambda_i}{v_i \tau_i} \phi_i \rightarrow \min \quad (III.1)$$

$$\phi_i = \frac{1}{T_{d.b,i}} - \text{Frequency (frecvention) of open-mining lot flow,}$$

substitution of time movement, without indicating of technologic  
and sudden stoppings –under-parameters.

But multiplied with  $L$ , full formula (III. 1) is the comparative  
cinematic energy (alive power), what  $l$ -variant of open-mining  
lot flow radiates (disperses) for unit of useful lot. And  $L$  length  
is real quantity of lot flow, it may be macro or micro amount.  
First right fraction and middle parts are a macroquant of activity  
of mine lot flow.

Consequently, left part is “ macroquant of energy” of lot flow,  
for which its names I have been ironized by lots of  
“omniscents”.

As much as lot flows-variants, have been timely constantly  
optimized ago, made so by their microparameters at time, it  
follows from formula (III.1), and its multiple  $L$  (III. 2), that it is  
not enough.

It is known, that every constant in variation makes zero, so  
main practice interest should be aimed to the casual quantities  
(magnitudes – correlation), in the attitude (magnitudes-  
correlation), in the attitude of useful lot length of the road,  
change of volume of lot moving resources, to values –  
fluctuations of the speed. My major theoretic conclusion is, that  
basic law of macro-quant dynamics (III. 1 and 2) is more  
common, and it includes in it Law of quant mechanics, where  
korato  $Q_i$  is a microobject, and  $L_i$  is some real distance, - and  
 $T_{d.b,i} \neq 0$ , HO  $\rightarrow 0$ .

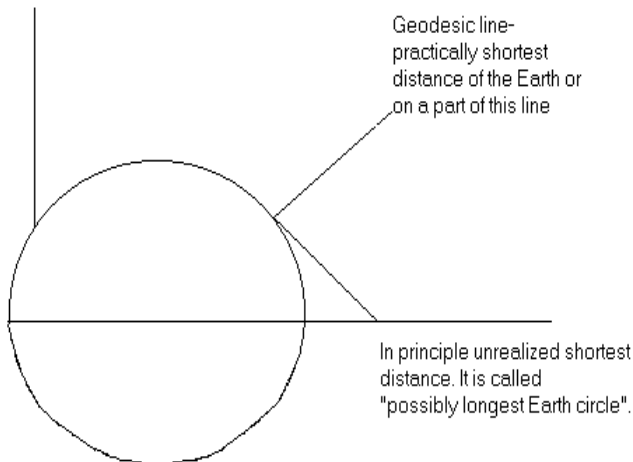
I'll point down one more our fundamental result of  
developments by now:

It is the proved by us (formula I. 1 and I. 2. fact), that there  
exists in nature reality “pressure of movement” at the material  
part, except for the wild strains (pressures) famous: elastic,  
plastic and distructing pressures, proved by test examples of  
material in testing stations.

So, three Optimality Laws could sound so:

1. Optimal variant of open-mining lot flow is this one, that has lowest tension (comparative energyadsorbtion) of making useful physic work, i.e. for the main energy expense (Stage I of my candidate dissertation in Leningrad).
2. Optimal lot flow is this one , that has lowest tension of lot movement and lowest energyadsorbtion.
3. Optimal project or produce execution of open mining lot flow is that one, in which together with smallest energyadsorbtion (lowest tension of movement of the lot ) by the determined microparameters of lot flow , should be indicated lowest tension of the lot flow ( and of determined macroparameters of flow should be indicated "lowest macroactivity" and "lowest macroquant of energy" of dispersion of subparameters of macroparameters of lot flow, in accordance to "Second beginning of thermodynamics".

Road follows relief and It is conformed to technical requirements of the relevant type of transport. It's included in the ranges L', i.e. in parts of geodesic lines



Movements on the Earth are made on linked pairs in different method from It's biggest circles (geodesic lines) with changable orientation at 3-distance space.  
Figure 2. To the change of influence of the Earth shape and It's relief on the shortest movement distances of burdens and any surface movements.

4. In the end, we will present the choice of optimal open-mining lot flow according criteria of optimal psycho-physic and creativity-inventors workability , on which base we differ phisic, psycho-fiziologic and creativity-inventors workabilities. Analitic equation of optimal criteria is:  
 $J = 15 j - \text{pfisic workability of person angered at the working process.}$

$N_{\text{фр}}$  – number of workers only with physic workability

$K_{\text{пс.Нпс}}$  – coefficient of psycho-fiziologic workability of workers group of the increased quallification staff.

$K_{\text{ти.Нти}}$  –Coefficient of creative-inventors ability of workers group of flow serving staff.

$N_{\text{пс}}$  – number of workers with increased psychic workability.

$N_{\text{ти}}$  –number of workers with creativity inventors ability,

$K_{\text{пс}} >$  coefficient of correlation of higher price of psychic workability of person of the following workers group only with physic workability

$K_{\text{ти}} > 1$  coefficient of correlation of indicating of the highest valueof creative-inventors ability of this worker, engaged with their physic workability at the moment.

Main Law (criteria) критерий of optimality of variant of open-mining lot flow , according condition of psychophysics and creative-inventors workability of the person engaged in the process is:

$$\mathcal{E} = 15 / N_{\text{фр}} + K_{\text{пс.Нпс}} + K_{\text{ти.Нти}} / j \text{ ---- min,} \quad \text{/IV.1/}$$

а при  $Q = 1 t$ , follows:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E} / Q = 15 / N_{\text{фр}} + K_{\text{пс.Нпс}} + K_{\text{ти.Нти}} / Q \text{ i, j, ---min,} \quad \text{/IV.2/}$$

## LITERATURE

- Любенов П. Рациональные схемы вскрывтия с точки зрения строительства применительно к условиям Восточномаритского месторождения Автореферат. Ленинград. ЛГИ. 1956. с. 22 (Rational schemes of opening from building point of view, applied to East Maritsa sources. Autoreferate, Leningrad, LGI, 1956, p.22)
- Definitions of minimal cross section of cutting trench when opening in case of transfer of mine in exploitation. "Mining" Magazine, 1959, 4, p.63-68
- To the topic of parallel and fan-shaped movement of work position in East Maritsa lignite source open-mining Annual of ВМГИ, vol. 6, 1960, part 1-2, p. 363-384
- About energyadsorbtion of movement works of excavators in parallel and fan-shaped movement of the work position. МНИИ Messages, num. 3, Jan. 1961, p.12-22
- Любенов П. Върху енергопоглъщаемостта на пътните работи при паралелно ветрилообразно преместване на фронта в откритите рудници. МНИИ, Съобщения, бр. 3, януари, 191, с.12-22
- Comparison of energetic indicators of different types of excavators and open-mining transprot, Annual ВМГИ, vol. 7, 1962, scr. 2, 351-387
- Equation of electromechanic equivalent of different types of transport in overcoming of the basis and additional strength in mining sources. Annual ВМГИ, vol. 7, 1962, scr. 2, 331-349
- About the method of definition of ranges of mines in East Maritsa lignite source Annual ВМГИ, vol.8, 1963, 129-135
- Ljubenov, P. About the method of definition of the ranges at East Maritsa lignite Source. Annual ВМГИ, vol.8, 1963, 1
- Любенов П. Върху метода за определяне на границите на рудниците в Източномаришкия лигнитен басейн. Год. ВМГИ. т. 8, 1963, 129 – 135
- Любенов П. Определяне на енергитично оптималната дължина на фронта в откритите рудници в условията на Източномаришкия лигнитен басейн- Год. ВМГИ, т. 8, 1963, с. 161 –174

- Любенов П. Об енергетическом подходе к решению задачи развития топливного комплекса Восточномаришского бассейна. Сб. Технология, механизация и организация работ. М., НАУКА, 1969, с. 204 – 207
- Любенов П. Определение текущих объемов угля и вскрыши с помощью ЭВМ. Научные труды, М. 1969, с. 56–65
- Любеенов П. За подхода към процеса на изучаването на борбата със свлачищата в Източно- Маришкия басейн и главните физико-механични полета, взаимодействия с масива и тяхната взаимообусловеност. Дискусия по въпросите за свлачищните деформации в откритите рудници на ДМП "Марица-Изток", Раднево, 1972, 36-47.
- Любенов П. и др. Энергомеханические показатели вариантов системы открытой разработки. Научные труды, 1972, с. 132 – 139.
- Любенов П. Крайна дълбочина на разкриване с челно присъединени извозни траншеи към рудничното поле. Сб. "20 години ВМГИ". 1973, ч. 1, с. 189 –199.
- Любенов П. Об одном энергетическом критерие оптимального управления горным производством на карьерах. Доклады и сообщения , ISAMC, 1973, Сб. А, с. 86 – 102.
- Любенов П. Энергетический метод оценки выбора вариантов структур комплексной механизации вскрышных грузопотоков карьеров 1 и 3 Восточномаришского месторождения лигнитов в НРБ. Любенов и др. Сб. Международная конференция по механизации и земстройных работ. Прага, 1975, т. 1, с. 42 - 63.
- Любенов П. Энергитичен метод за избиране на варианти на проектни решения. Сб. на доклади на коференцита: "Състояние, проблеми и перспективи за развитие на проучването и добиването на минерални суровини за енергийни цели". ВМГИ, 1975, с. 9 – 21.
- Любенов П. Аналитический метод расчета Энергитически оптимальных зон влияния потребителей угля ТЭЦ 1 и ТЭЦ 2 при разкройке Восточномаришского бассейна на карьерные поля. Сб. на доклади от конф. "състояние, проблеми и перспектививи за развитие на проучването и добиването на минерални суровини за енергийни цели. ВМГИ, 1975, с. 23 –32
- Любенов П., Ст. Стоянов. Върху метода за определяне на честотите на динамичните натоварвания на баластовата призма и земното платно при работа на верижните багери и и влаковете в рудник Трояново 1. Републикански симпозиум на младите научни работници и специалисти. Геология и минно дело.. София, октомври 1975, с. 187 - 195
- Любенов П. За необходимостта от прилагането на обобщено-комплексен енергитичен критерий за оптимално управление на руднични товаро потоци. 3-та национална конференция по автоматизация на миннодобивната промишленост. Варна, 1976, рез. с. 72
- Съвременно-физична и гносеологична трактовка на някои методи за анализ и оптимално управление на товаропотоците в откритите руудници. 3-та национална конференция по автоматизация на миннодобивната промишленост. Варна, 1976, рез. с. 68 – 70.
- Любенов П. За някои от възможностите на енергитическия метод за оптимален избор на руднични проектни или маршрутни варианти. Варна, 1998, Конференция по открит добив на полезни изкопаеми с международно участие, с. 332 – 337
- А.С.. Предводителей. Механика движений. Издательство БГУ им. В.И. Ленина, Минск, 1975, с. 8 –12.т