

ЗА ОСНОВНИТЕ ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНИТЕ ВРЪЗКИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО МАШИННО ИНЖЕНЕРСТВО

Алексей Беров, Николай Тончев

berov_al@mail.ru, tontchev@vtu.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
София, ул. „Гео Милев” No158
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** машинно инженерство, активно обучение, материалознание.*

***Резюме:** Изборът на материала е основен процес, във вземането на решение и той се основава на знания получени по дисциплините – материалознание, съпротивление на материалите, конструиране на машинни елементи, технология на машиностроителните материали и други технически дисциплини. В съобщението се представя взаимовръзката между по-горе посочените дисциплини в процеса на обучение. Идеята е да се покажат и обобщят основни принципи, развити от проф. Михаел Ашби, на които е базиран курса по Материалознание във Висшето Транспортно Училище „Тодор Каблешков“. Този приложен подход спомага в бъдеще да се изградят умения за активно надграждане на знания и умения.*

1. Въведение





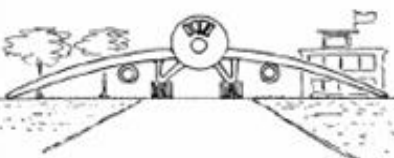
Ежеседмично сме информирани за нови изделия, конкуриращи се с използването на нови материали, които се характеризират със специфични свойства. Изборът на материала е основен процес, във вземането на решение и той се основава на знание получени по дисциплините: материалознание, съпротивление на материалите, конструиране на машинни елементи, технология на машиностроителните материали и други технически дисциплини. Използвайки опыта на проф. Михаел Ашби [1,2,3] ние представяме взаимовръзката между по-горе посочените дисциплини в процеса на обучение. Тази връзка първоначално се разглежда съвсем общо в първата от изучаваните дисциплини – “Материалознание“, като се набляга на спецификата на предмета, а впоследствие допълнително се допълват знания за останалите дисциплини, което определя й отношението към тази интердисциплинарност.

2. Същност на разглежданата проблематика.

В процесът на обучение има една провокация към студентите специално от курса по материалознание, която се изразява чрез зададени въпроси в началото на обучението „Летели ли сте със самолет?“ и „Скъп ли Ви е живота?“ По отношение на тези въпроси се открояват отговорността на преподавателите като екип да подготвят бъдещи инженери при релевантно отношение на студентите към изучаваните дисциплини.

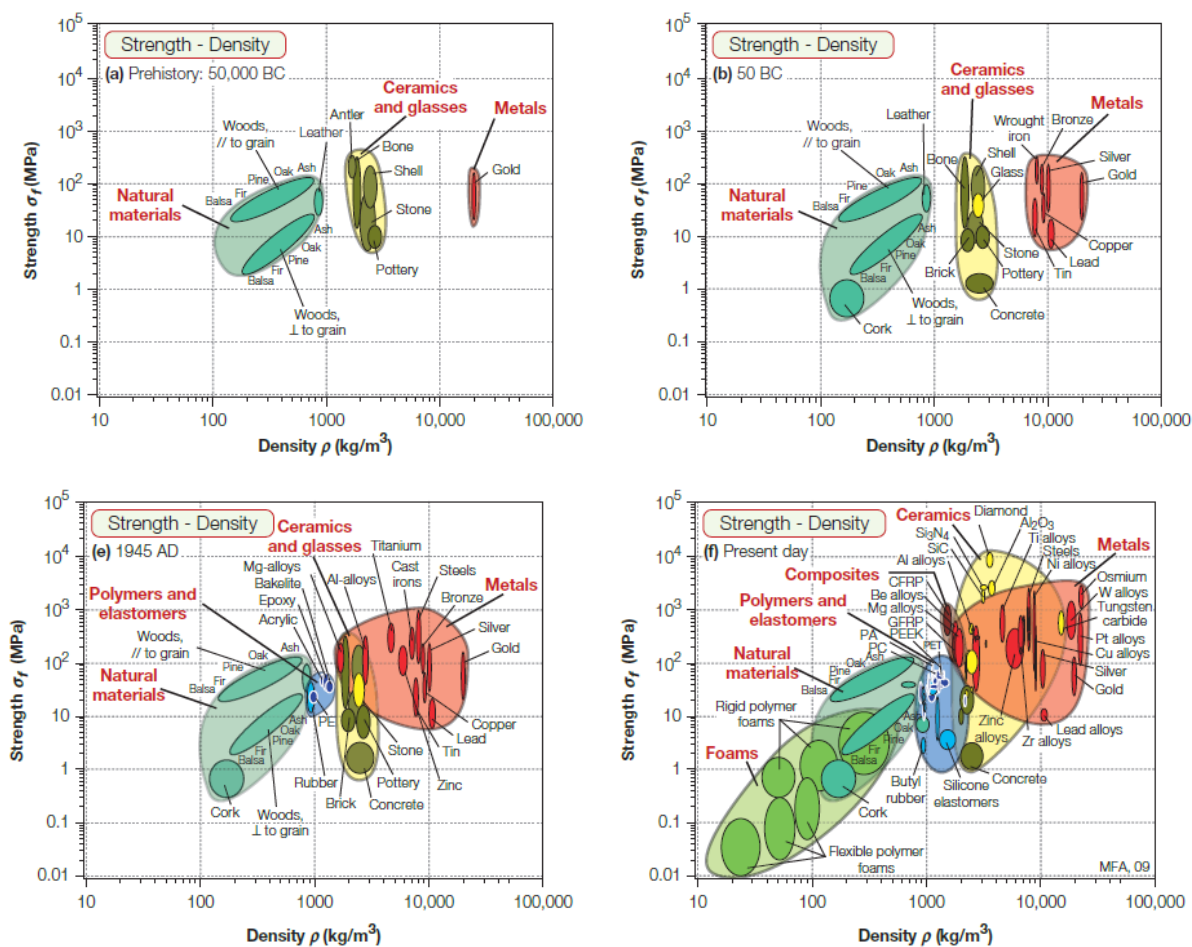
Използваме точно тази провокация, защото на фиг. 1 е показана графична интерпретация на комплекса от свойства, на които трябва да отговаря, например само крилото на самолета. Това са свойствата коравина, якост, пластичност, жилавост и тегло. Този комплекс от свойства е необходимо да бъде изпълнен за безотказно, експлоатационно поведение на крилото. Във Висшето транспортно училище „Тодор Каблешков“ има изградена школа за многокритериално подпомагане вземането на решение, която в повече от 25 години, решава подобни проблеми. Всички изследвания на колектива са цитирани в [4,5,6]. Идеята на подхода с типично развити приложения е представена на <http://tontchev.vtu.bg>.

Избраният материал трябва да удовлетворява едновременно всички показатели, които трябва да притежават стойности във определен диапазон. Това условие се постига чрез варирането на различни елементи от състава на сплавта или чрез режима на уякчаващо обработването. Всеки конкретен материал има определен предел спрямо едно и друго свойство. Дисциплината, като материалознание пояснява принципите на легиране, термично обработване и методите за изпитването на различните механични показатели. В курса се разглеждат разновидностите на материалите, като акцента се поставя върху определянето им към конкретните свойства, пример за това са изображенията на фиг. 2 материали, от която се вижда и по-голямото им разнообразие в днешно време.

	← Коравина E Якост R_m Жилавост K_{IC} Тегло ρ	Всичко е О.К.!
	← Недостатъчна коравина (трябва по-голямо E)	
	← Недостатъчна якост (трябва по-голямо R_m)	
	← Недостатъчна жилавост (трябва по-голямо K_{IC})	
	← Твърде тежък (трябва по-малко ρ)	

Фиг. 1. Графична интерпретация на отделните механични и физични показатели от комплексът от свойства

В дисциплината се разглеждат редица основни въпроси. Множество материали от древността и наше време, по отношение на два критерия са показани на фиг. 2. Без автоматизирано компютърно търсене, решаването на проблемът е невъзможен.



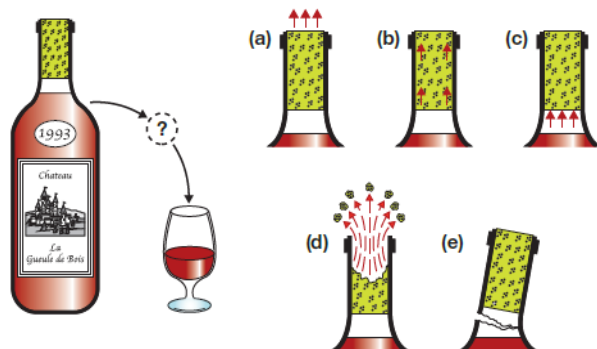
Фиг.2. Класификация на материалите по отношение на критериите якост и плътност в различни периоди на развитие на човешката цивилизация [1]

3. Идеята за избор на материал и концепцията на проектирането

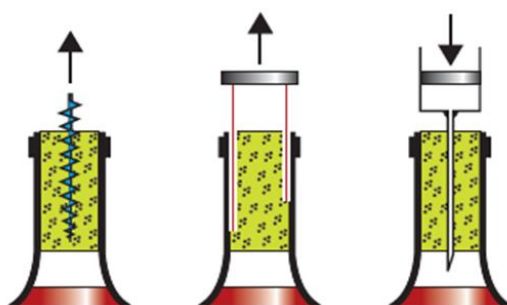
Изборът на материала е свързан с конкретно решение. Много зрелищен пример в това отношение е представения на фиг.3 пример. Щастливият човек все по-често решава проблем по начин, който му доставя удоволствие. Този начин е важен за човека, защото чрез него се разкриват неговите традиции и навици. И сега, какво да изберем от начините за решаването на проблема от фиг. 3? Този проблем е свързан с това как да налеем виното в чашата? Виното е от преди 1993 г. и значи си струва. Тогава ако изберем варианта на първобитния човек, тоест да счупим гърлото, никоя изискана личност няма да поиска да опита от виното. Следователно ни е нужно друго решение.

Този пример показва, как идеята за решаването на задачата подсказва търсенето на техническо решение, което трябва да бъде съобразено с изискванията и възможностите на потребителя. Това се отнася за всеки конкретен случай. Конструкторът съвместно с технолога избират оригинално решение, съобразено с потребителско търсене. Това решение се съобразява с избраният материал, технология на обработване, а за различни конкретни потребности, значение оказват и разходите за производството, и екологичната оценка на самото производство.

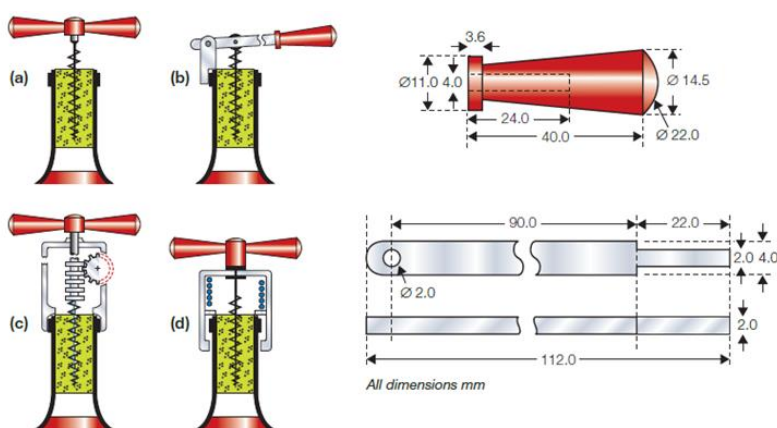
На база на всички тези условия се взема решение за окончателното производство. На фиг. 4. в обобщен вид е представена тази идея, развита от проф. Ашби.



Фиг. 3а)



Фиг. 3б)



Фиг. 3в)

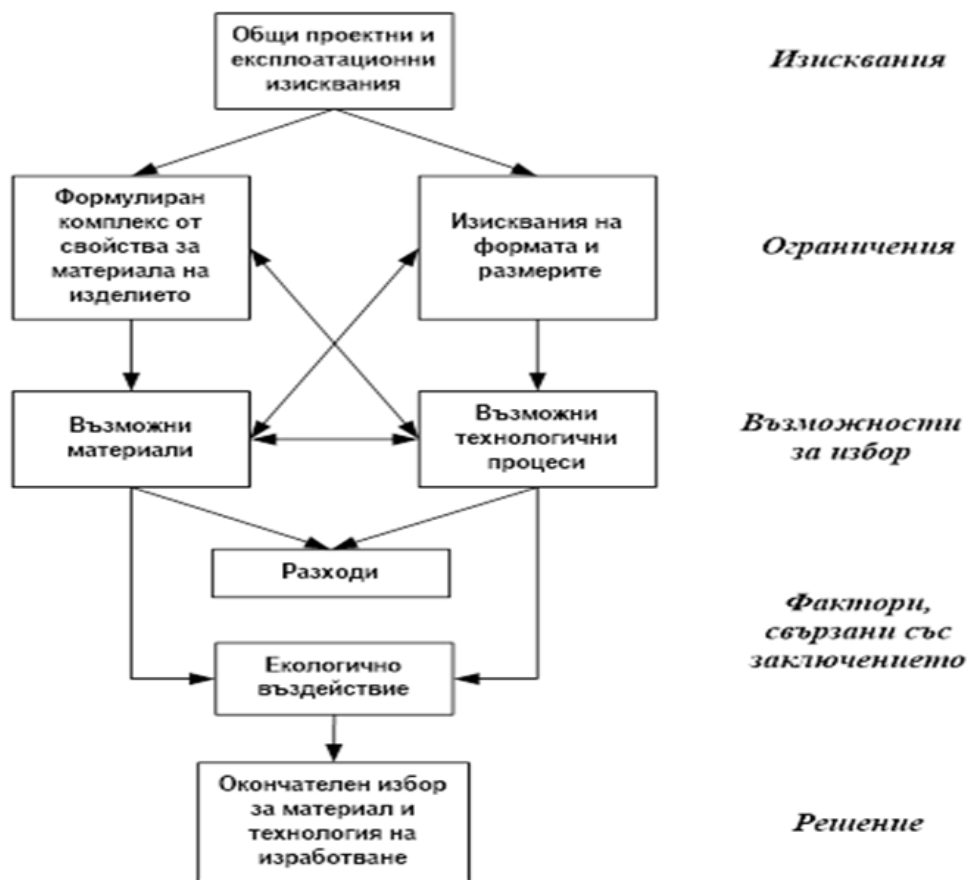
Фиг. 3. а) – Начини за постигане на целта; б) – Операционно решение на първите три варианта ; в) - Изпълнение на конкретното решение; [1].

Ако се върнем към изображения на фиг. 3 пример, решението се свежда до три концепции, изобразени на фиг. 3б, за които се разработва конкретно техническо решение, показано на фиг. 3в. От концепцията заложена чрез проектирането се постига точно определено техническо решение. Всяко техническо решение определя чрез размерите и формата на детайла. Тези размери са свързани със конкретния материал. Конкретният материал има собствени материални характеристики, които са с точно определени дименсии.

Това е част от курса на самото обучение. Добрите студенти, знаят как? Те ще могат да решават, не само проблема с тербушона от фиг.3. Във всяко обучение се разглеждат знакови примери със съответните принципи, които служат в бъдеще за решението на инженерни проблеми. Тези учебни проблеми развиват умения, а реализацията на курсовите задачи и курсовите проекти са начин за активно обучение.

То спомага в бъдеще за самостоятелно решение на инженерни конструкторски и технологични задачи. И какво е решението от примера ва фиг. 3в) ? Решението в случая е, избор «б», а конкретното изпълнение на решението са формата и размерите, които описват този случай, също на фиг 3в).

Материалознанието не се развива само за себе си. То винаги се свързва с конкретна технология, която предава формата. Материалознанието чрез знанията за термична обработка се грижи за свойствата на изделието. Материалите ограничават технологиите. Възможните материали и възможните технологии формират възможностите за избор. Този избор е свързан със конкретни разходи в производството, които влияят на екологичното въздействие. Всичко това оформя окончателното решение.



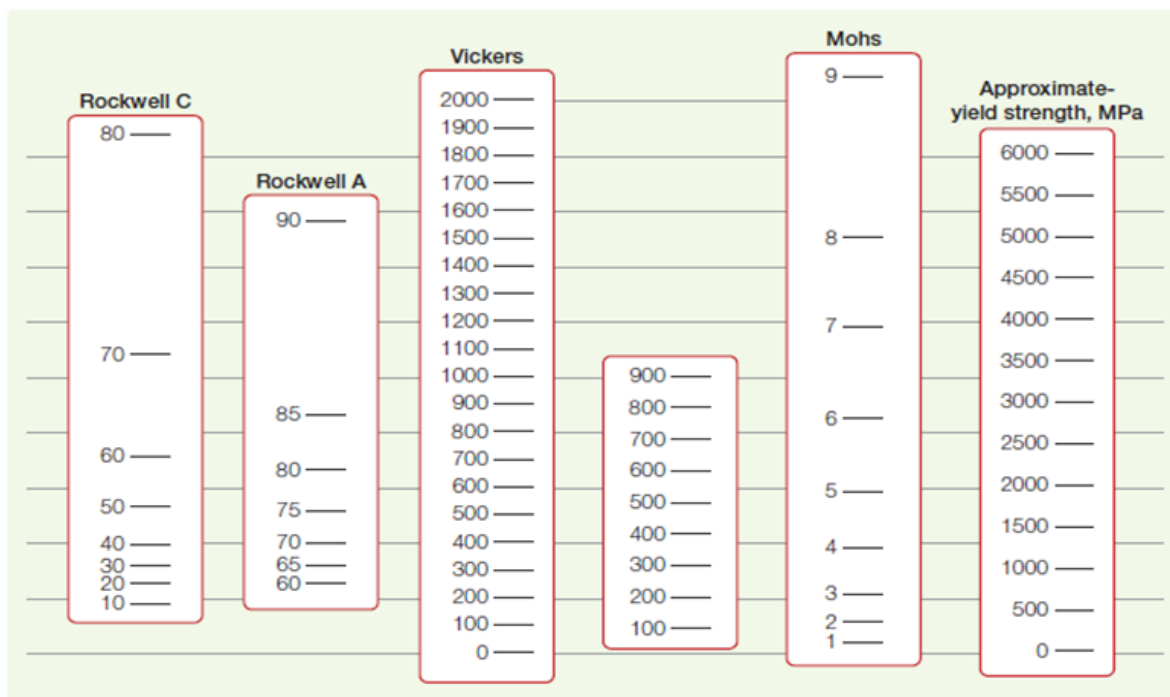
Фиг.4. Взаимовръзка между форма и свойства до постигане на конкретно решение за дадения детайл

Взаимовръзката, показана на фиг. 4. обхваща, процесите на предаване на форма на детайла, чрез технологиите на първично формоизменение, а също и определени желани свойства, чрез термичното обработване. Технологиите на първично формоизменение са леене, пластично деформиране. Съставни заготовки от тези технологии могат да се комбинират, като самото им свързване се осъществява с методите на заваряването.

Всички възможно пригодни материали за изработването на дадено изделие се свързват с конкретна технология. Както е известно чугунените заготовки се получават само чрез леене. За разлика от тях, например стоманените могат освен да се лят, те могат и да се коват и шамповат. Но за сметка на това чугунът е много по-добър леярски материал. Всички тези знания се предават в курса по „Технология на

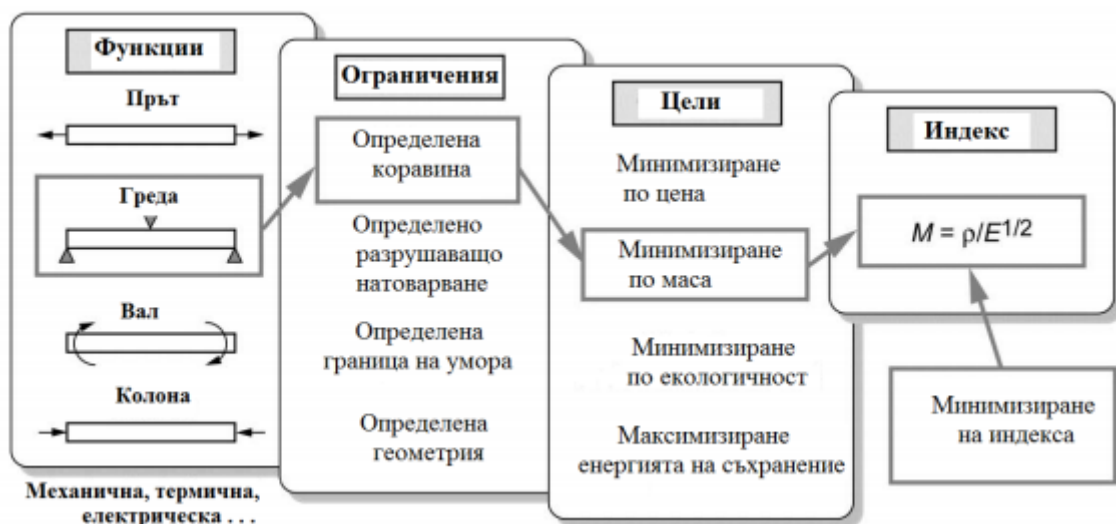
машиностроителните материали“. Основната част на тези въпроси е технологичният маршрут, използван в машиностроителното производство. Елементите на този маршрут първоначално се разглеждат, като отделни технологии и методи, а в последствие те определят различни технологични процеси и маршрути, в зависимост от особеността на формата и използвания материал. Така цикъла: добиване, заготовка, детайл и монтаж, напълно се затваря.

Обект на обучението, обаче преди това, е била теорията на сплавяването, защото уякчаването, освен чрез термично обработване, може да се получи и чрез легиране или студена пластична деформация. Тези въпроси, наред с всички методи за изпитване на материалите на метална и неметална основа се разглеждат в началото на курса, даващ първоначални инженерни познания. Един елементарен въпрос в това отношение е преминаването от скала в скала, например при отчитането на твърдостите на материалите. Подобен пример е представен на фиг. 5, където се отчитат различни методи на измерена твърдост и те се свързват якостта на материала.

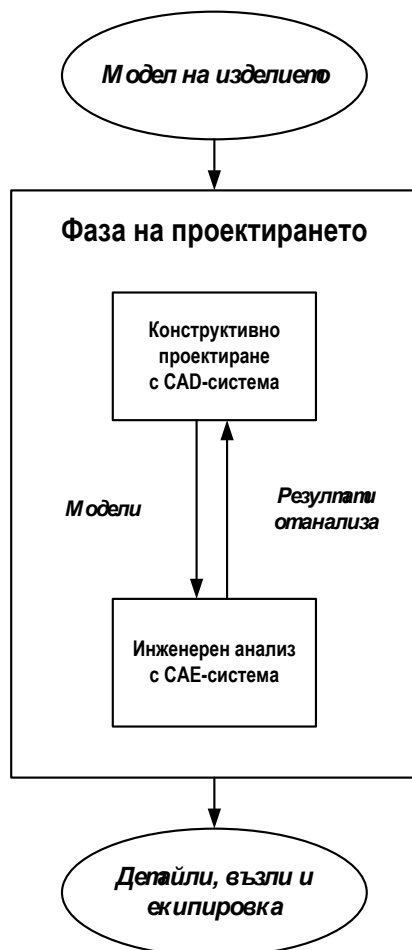


Фиг. 5. Взаимовръзка между различни методи на измерване на твърдостта, отнесени, към якостта на опън [1].

Целите при проектирането са критерии, които трябва да бъдат увеличени или респективно сведени до минимум, за да се оптимизира работата на даден елемент. Това е предмета на дисциплината „Съпротивление на материалите“, която най-общо е илюстрирана на фиг.6. Функцията на елемента е по нея да се рейтингуват материалите и да се улесни процедурата по подбор сред най-добрите представители. За избор на материали, целите могат да бъдат използвани за генериране на „съществени показатели за изпълнение“, които са комбинации от свойства на материалите, и те характеризират ефективността на дадено приложение. Типични примери са специфичната коравина на материала E/ρ , и специфичната якост σ_f/ρ .



Фиг.6. Определяне по функцията, целите и ограниченията до индекс на материала [1]



Фиг.7. Взаимодействие между системите CAD - CAE при конструирането на детайли и възли [7].

Другата особеност като взаимовръзка е конструирането и взаимодействието на това конструиране с нови, съвременни CAD-CAE системи, със които се проектират, асамблират и анализират детайлите и изделията – фиг. 7.

Нека да се върнем към примера от фиг.3. Детайлите трябва да бъдат проектирани. Усилията, които те трябва да издържат са определени от целта. Какви да

му са размерите, бъдещ инженер не знае. Той може само да предполага. Оптимизира ги интерративно чрез САЕ-анализ. Така се достига до окончателното решение. Резултатът е проектирания детайл от възела.

Литература:

1. Ashby, M. F. (2011), Materials selection in mechanical design, Fourth Edition. Oxford, Butterworth-Heinemann.
2. Ashby, M. F., Materials, Bicycles, and Design, Metal Materials Transactions, vol.26A, p.3057,1995.
3. Ashby M. F., Hugh Shercliff, David Cebon, Materials: engineering, science, processing and design. Butterworth-Heinemann, 2007.
4. Tontchev N. Materials Science, Effective solutions and Technological Variants. Lambert, 2014, 144p.
5. Kolev, P. ., K. Krastanov, 15 Years Journal "Mechanics, Transport, Communications" Research In Material Science, Published In The Journal "Mechanics, Transport, Communications" –Review. Part I, volume 17, issue 2, 2019, Academic journal <http://www.mtc-aj.com>, article № 1756.
6. Колев П., Д. Годорова., 15 Години Списание „Механика, Транспорт, Комуникации“ –Изследвания По Материалознание, Публикувани В Списание „Механика, Транспорт, Комуникации“ – Обзор. Част II. том 17, брой 2, 2019 г. Научно списание, <http://www.mtc-aj.com> , статия № 1758.
7. Тончев Н. Производствени технологии, Монография, 2012, София.

ABOUT THE MAIN INTERDISCIPLINARY EDUCATIONAL RELATIONS IN MECHANICAL ENGINEERING TRAINING

Alexey Berov, Nikolay Tontchev
berov_al@mail.ru, tontchev@vtu.bg

***Todor Kableshkov University of Transport,
1574 Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA***

Key words: mechanical engineering, active training, material science.

Abstract: The choice of material is a basic decision-making process and it is based on the knowledge gained in the disciplines - material science, material resistance, design of machine elements, technology of machine-building materials and other technical disciplines. This Paper presents the relationship between the above disciplines in the learning process. The idea is to show and summarize the basic principles developed by Professor Michael Ashby, on which the course in Materials Science at the Todor Kableshkov Higher Transport School is based. This applied approach helps in the future to build an active upgrade of new knowledge and skills.