

FRI-16.203-1-ID-05

---

SUSTAINABLE DESIGN AND ITS INTERACTION WITH MODERN MOLDING  
METHOD “GIGA PRESS”<sup>33</sup>

---

**Master eng. – designer Simeon Andreev, PhD student**

Department of Industrial Design

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: 0886 527 280

E-mail: sandreev@uni-ruse.bg

**Abstract:** Sustainable design as a modern paradigm for the rational utilization of resources is entering more and more perceptibly in all possible sub-sectors of the processing industry and changes to a great extent not only the properties of the created product, but also the requirements for professional teams dealing with design and production issues. Derived from the current economic and social term "sustainability", characterized by the idea of the coexistence of people on Earth for a long time, sustainable design is the logically formed approach to push the political-economic ideology of Sustainability into the processes of creating material goods.

The path of the industrial technical product is long and full of many challenges expressed most clearly in the correct implementation of technological processes so that productivity does not decrease, to preserve the useful qualities and, last but not least, to minimize the carbon footprint. Globally, casting of metal parts is often and rightly defined as a polluting process, but at the same time the most preferred method of production due to technological and economic considerations.

Thanks to scientific discoveries in the field of technology and the gradual change in the architecture of production systems through the imposition of revolutionary design methods based on ideology such as "sustainable design", today, at the moment, there are such approaches in the foundry industry that not only improve the structural, the technological, visual and economic indicators, but also the ecological ones in order to make possible the transition both to the absolute satisfaction in material terms of the increasingly demanding mass consumer, and to a harmonious interaction between man and nature.

**Keywords:** industrial design, sustainability, sustainable design, sustainable technologies, injection molding, efficiency, Giga Press, modern form-building, computer design

## ВЪВЕДЕНИЕ

Проучването на въпросите свързани с устойчивия дизайн и един от най-разпространените производствени технологични процеси в неговата съвременна форма, цели като краен резултат да се обоснове приложението на устойчивия дизайн в иновативния лъярския метод, взаимодействието му с него и оценка за бъдещо развитие, което неименуемо ще даде отражение върху сферата на промишления дизайн и конкретно във формообразуването.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

### 1. Устойчив дизайн

Дефиницията на понятието устойчив дизайн се корени дълбоко в разбирането за Устойчивост, която представлява съвременно политико-стопанско идейно течение за създаването на условия необходими за приемственост на икономиката с екологични действия от едно поколение на друго с ясна цел постепенното намаляване на производствените отпадъци чрез рационализация на използването на ресурси в зависимост от профила на продукцията и производствените технологии. Устойчивостта, разглеждана като съвременна парадигма обхваща благодарение на своята същина трите основни обществени „стълба“ – социалност, икономика, екологичност като по този начин се вписва в различните професионални направления в това число и промишления дизайн.

---

<sup>33</sup> Докладът е представен на Научната сесия на Секция „Промислен Дизайн“ на 25 Октомври 2024 г. с оригинално заглавие на български език: УСТОЙЧИВ ДИЗАЙН И ПРИЛОЖЕНИЕТО МУ ПРИ СЪВРЕМЕННИЯ ЛЪЯРСКИ МЕТОД „ГИГА ПРЕС“.

Във възникналите нови политическо-икономически условия, основните принципи заложиени в идеята за устойчивост направляват формообразуването по такъв начин, който да предопределя степента на тяхното приложение в процесите по материализация. С други думи за да може да еволюира и нарече „устойчив“, дизайнът на технически промишлени продукти трябва да покрива все по-високите критерии за достъпност, производствена стойност и екологичност, която се изразява в минимизирането на въглеродния отпечатък и нивото на токсичност посредством иновации в технологични процеси и операции. От друга страна, производствената стойност в случая е също толкова важен икономически елемент колкото и екологичния поради това, че се определя от:

- Степента от използване на невъзобновяеми суровини.
- Избор на най-подходяща производствена технология.
- Технологично време за изработване определящо продуктивността.

Устойчивият дизайн с основание е в тясна връзка с методологията за създаване на промишлен продукт с допълнението, че вече се засилва необходимостта от въвеждането на технологии за рециклиране и други гарантиращи минимален отпадък в производствените системи заради заложените в концепцията за устойчивост правила. Рециклирането и придобиващи широка популярност безотпадъчни технологии занимаващите се с подобряването на въздействието върху околната среда, индустриите и домакинствата, оформят по своеобразен начин сърцевината на съвременния икономически модел наречен кръгова икономика. Изграден, на основа идеята за „живот след смъртта“<sup>34</sup> на промишления продукт, модела на кръговата икономика реорганизира настоящия ред във всички звена на промишлеността чрез внедряването на изискванията за минимално влагане на суровини и ресурси като това означава, че дизайнерите на автомобили например, трябва така да проектират тялото (външно и вътрешно), отделни корпусни детайли или органите на управление, че да предвидят първо най-целесъобразна технология на изработване с минимум отпадък и второ, използване на нови екологично съобразени материали най-вече за части по командното табло, седалки и врати (фиг. 1).



Фиг. 1. Интериорно решение на автомобил Volvo, модел EX30. Според производителя около  $\frac{1}{4}$  от целия алуминий, използван в производството на автомобила е рециклиран както и приблизително 17 % от цялата стомана. Около 17 % от цялата пластмаса в автомобила, от вътрешни компоненти до външни брони е също рециклирана

Безотпадъчните технологии, наричани още устойчиви, осъществяват дълбоката връзка с устойчивия дизайн благодарение на набора си от иновативни спомагателни методи за разрешаването на определени технически въпроси, от които зависи изграждането на промишлените форми като несъмнено това прави устойчивия дизайн с по-технологичен характер спрямо класическите представи за дизайна. Технологиите от това ново поколение преоформят конвенционалния подход на управлението на отпадъците и създават условия за налагане принципите на рециклирането и изграждането на производствена среда с намалена токсичност, икономическа практичност и щадяща използването на невъзобновяеми ресурси с цел тяхното запазване за възможно най-дълъг период от време.

<sup>34</sup> „Живот след смъртта“ – в контекста на изложението означава използването на части или материал от отпаднали от експлоатация продукти. Заимствано е от модела на арх. Уилям Макдоноу и Михаел Браунгард „От люлка до люлка“, характеризиращ се с биомиметичен подход на проектиране на продукти и системи.

Следователно, наложен в съответствие със съвременни глобални стопански политики и реалните проблеми в свръхпотреблението на невъзобновяеми ресурси, устойчивия дизайн е проектна идеология и същевременно култура в областта на архитектурата и машиностроенето, целяща използването на такива методи, материали и технологии, които да гарантират висока ефективност по направления: 1) използване на невъзобновяеми ресурси; 2) опазване на околната среда и намаляване на вредните емисии; 3) производствена икономическа ефективност; 4) дълголетие; 5) възпроизвеждане; 6) експлоатация с включена към нея енергийна ефикасност.

## 2. Съвременен леярски метод „Гига прес“.

Леенето на метали е един от основните технологични процеси познат още от древността като най-древната находка на отливка е медна и датира от 3200 г. пр. н.е. Благодарение основно на принципа на запълване кухина с материал, чрез леенето на метали могат да се създават детайли с елементарна или висока степен на геометрична сложност за кратко технологично време което предполага висока производителност и ниска себестойност впоследствие, която да прави леенето рентабилна и предпочитана технология от производителите. В хода на времето, леенето се е обособило на няколко метода, по които може да се изпълни: леене в еднократни форми; леене със стопяем восъчен модел; леене по газифицируем модел; леене в черупкови форми; центробежно леене; леене в метални форми; леене под налягане и леене с противоналягане. Изброените методи намират широко приложение в областите на приложното изкуство, машиностроенето и строителството.

Разглежданият технологичният процес обаче, изпълняван в металургичната промишленост, се характеризира със замърсена трудова среда и отделяне на вредни отпадъци в течно и газообразно състояние заради химическите взаимодействия в процеса. Но съществува ли метод, който да намали до някаква степен вредните изпарения, да подобри също така условията на труд със запазването на полезните качества на технологията и дори да ги повиши?

Отговорът е положителен и се крие не толкова в създаването на нов леярски метод, а в конструирането на революционно машинно оборудване наречено „Гига прес“. „Гига преси“ са серия от машини за леене под високо налягане на алуминиеви сплави с масивни габарити от среден порядък 19,5 m (дължина) x 5.9 m (височина) x 5.3 m (ширина) с тегло до 410 t и сила на затягане 55 000 kN. Създадени специално за транспортната, в частност автомобилната промишленост и пуснати на пазара през 2018 г. от италианската компания-производител IDRA Group. Днес те са силно предпочитани от едни от най-големите автомобилни корпорации за производство на автомобилни секции заради огромните възможности, които предлагат. В тази връзка основната цел на „Гига прес“ машините е окрупняване на колкото се може повече части в една цяла единица. По този начин се спестява технологично време, улеснява се сглобяването на компонентите, разходите за енергия и труд намаляват като впоследствие се повишава неимоверно продуктивността и се оптимизира производствения процес в генерален план. Силно ефективни в икономическо и производствено отношение, „Гига“ машините, освен от Tesla, те вече са внедрени и от други водещи автомобилни производители като Volvo, Volkswagen, Toyota, Hyundai, Mercedes, Cadillac, Lexus. По информация от доклада на ANP Management consulting GmbH, актуализиран на 8 януари 2024, ръководството на Volvo Car Corp е инвестирало 885 млн. евро в разширяване на своя завод в Torslanda за да може да се създадат условия за отливане с „Гига прес“ машини. Плановите на ръководните органи включват още използването на 100 kg течен алуминий за единица отливка докато моделът машина Carat 840 може да обработва до 200 kg.

Наред с Volvo, японският гигант Toyota планира много по-смели ходове за своето бъдещо серийно производство на електрически автомобили. До 2026г. ръководството е взело решение да използва изцяло „Гига прес“ машини за изработването на предната и задната част на шаситата под формата на цели части.

Стъпката се налага, защото „високите разходи за батерии, правят електромобилите трудни за производство и само чрез разширяване на конвенционалните методи на производство“ (Bergman, D., 2012) ще е възможна рентабилност и икономическа ефективност.



Фиг. 2. Илюстрация на маркирани в зелено отлети части. Посредством минимизирането на количеството детайли, които трябваше да бъдат отделени, са спестени 20 мин. от времето за монтаж. От Toyota също така имат за цел да постигнат 20% по-висока производителност спрямо конкурентите си благодарение на разработването и използването на свой софтуер за анализиране на оптималните условия на формоване.

Построеният през септември 2022 г. прототип, включва секция от едно монолитно отлято парче, съставяща една трета от цялата задна част на автомобила, която по правило се е изработвала от около 86 части в 33 стъпки (фиг. 2).

Докато автомобилните компании по целия свят тепърва въвеждат иновативната технологии на леене, пионера в лицето на Tesla, премина през всички препятствия за да въведе напълно леенето чрез „Гига“ машини в производството си. Емблематичният за марката модел Y, беше може би първия „тестван“ автомобил по тази технология. Компанията, чрез SUV моделът Y, базиран по дизайн и конструкция на предходния Модел 3, тип седан, представи гига-отлети части предназначени за предната и задната част на автомобила. Производството включва отливане на два основни блока вместо поотделното изработване и комбиниране на 171 части в две съставни сглобени единици. Задната част на каросерията например замени 70 различни части, които иначе по общоприетия път биха се изработили чрез операцията по листово шамповане и съединени с помощта на заваръчни шевове (фиг. 3).

Ефективността от използването на „Гига прес“ машините е видима и бъдещето по категоричен начин им принадлежи, поради все по-повишаващите се в глобален мащаб критерии за бързина, качество и икономическа рационалност. Но имат ли машините отношение по въпросите за опазване на околната среда, безопасност на работното място и дълготрайност на създадените части? Отговорите са разнопосочни като например, Tesla е успяла да внедри роботизирана техника, която да изважда отливките от леярските форми и по този начин да запази здравето на работниците.



Фиг. 3 Илюстративна компановка на Модел 3 (в ляво), Модел Y (дясно). В дясно са показани в син маркер предна и задна част като единични цели отливки. В ляво чрез различни цветове са изобразени всички съставни части.

Но всъщност **устойчивостта** на технологията на леене под високо налягане чрез „Гига“ машини на този етап не идва от покриването на определени екологични или трудови норми за безопасност, а от това, че в чисто технологично и производствено отношение са **икономически оправдани** на все по-увеличаващата се материална зависимост на масата от хора. Машините от този вид са само и единствено средство – голям инструмент, за постигане

на качествен продукт с минимум използване на **ресурси**. Технологиата за леене на алуминиеви части под високо налягане, е тази, която представлява ядрото на цялата постановка, защото е силно предпочитан метод през последните десетилетия, заради това, че е „*по-ефективен икономически, предлагащ по-широка гама от геометрия и компоненти за автомобилната индустрия, както и други приложения, отколкото всяка друга производствена техника*“ (Kant, R., Gurung, H., Yadav, S., 2024). Характеризира се с високоскоростно производство, благодарение на кратките времена на цикъла на заливане – леенето под налягане предлага още геометрична точност, висока якост, високо качество на повърхнините на отлетите части и ниска степен на порьозност заради начина, по който материала навлиза във формовъчните каси.

Изборът на материал също не е случаен, защото само с точно определен вид метал могат да се постигнат всички тези изброени по-горе свойства. Алуминиевите сплави за леене под високо налягане са с ниска плътност, леки, устойчиви на корозия, пластични, с достатъчно високи механични качества и енергийно икономични. Разбира се, за получаването конкретни алуминиеви сплави се използват множество добавки, но сред алуминиевите леярски сплави, серия 300 е най-предпочитана, особено за части като корпуси и скоби за автомобили. Автомобилните производители, търсейки алтернативи за понижаване на теглото и същевременно да повишат устойчивостта създадоха условията за внедряването на множество части отлети от алуминиеви сплави. „*Според изчисление в литературата, се получава 0.6 литра разход на гориво на всеки 100 kg намаление на теглото*“ (Сотирова, Е., В. Иванова, 2015). Нещо повече, посредством „*използването на алуминиеви отлети части в превозно средство от 1400 kg, може да се постигне приблизително 300 kg загуба на тегло. Това съответства на 20 % намаление на теглото, което осигурява икономия на гориво от 1,8 литра на 100 km*“ (Muenzberg C., Gericke, K., Oehmen, J., Lindermann, U., 2016). Интересно е също така по отношение на екосъобразността, че близо 90 % от алуминия използван в превозните средства, се рециклира в края на своя жизнен цикъл. От друга страна, съдържанието на алуминий в автомобилите продължава да расте с годините, като се очаква средното съдържание на алуминиева сплав на превозно средство да увеличи с 20 kg до 2025 г. като това означава, че леенето на алуминий ще бъде преобладаващ, ако не и основен метод на формоване. „*Текущ доклад за съдържанието на алуминий в леките превозни средства в Северна Америка, доказва, че употребата на алуминий е отбелязала значителни увеличения през последните десет години. От 2010 г. допълнителното използване на алуминий в автомобилостроенето беше с повече от 50 kg на превозно средство, като се очаква 210 kg средно съдържание на алуминий на превозно средство през 2030 г.*“ (Baser, T., Umay, E., Akinci, V., 2022). Съотношението на алуминиеви отливки спрямо цялото съдържание на алуминий в превозното средство също е изключително – 65 % или 135 kg от общото количество. През 2030 г. се очаква алуминиевите отливки да нараснат до 145 kg.

Икономически изгоден за корпорациите, леенето под налягане чрез „Гига прес“ машини покрива в голяма степен два от трите критерия (стълба) в т. 1 за устойчивост и стимулира по естествен начин развитието на компютърните технологии посредством, които се управлява разглеждания технологичен процес, но и се осъществява връзката между съвременното формообразуване и материализацията на желания дизайн. Образоването на съвременна промишлена форма с утилитарен, конструктивен или естетически характер, преминава през изграждането на цифрово генериран триизмерен модел-прототип, който впоследствие показва несъвършенства в реално време и по този начин отстраняването на дефекти се случва за най-кратко време още на проектно ниво, преди организирането на производствения етап. В резултат, компютърното прототипиране, с помощта на Компютърно подпомогнатото проектиране (CAD) е основния подход за построяване на сложна геометрична форма, която в случая да е с ясно изразена тектоничност, поради това, че за отлетите части, тектоническата изразеност предопределя тяхното правилно приобщаване в определена техническа система. Колкото по-многосъставен е строежа заради функционалното предназначение, толкова повече се засилва необходимостта от хармоничност и органична цялост между съставните елементи,

а наред с всичко това се усложнява морфологичната комплексност, която е разрешима благодарение на точността и бързината, с които работят математическите алгоритми на компютърните CAD софтуери, базирани на принципите на общоприетото формообразуване.

Изграждането на виртуален прототип и оптимизирането на топологията в процеса на работа, не само усъвършенстват проектната дейност, но и създават условия за ефективно проектиране с минимално усвояване на икономически ресурси гарантиращи устойчив профил като технологично време, труд и капиталови вложения изразени в компютърно или друго техническо периферно оборудване. От друга страна, чрез компютърното проектиране не само се осъществява директна колаборация по разбираеми причини с параметрите на производствената машина, в частност „Гига“ машината, но дори става възможно индивидуалното оформяне на деформируемото пространство на формовъчните каси, съгласно, което материала придобива замислената форма. Следователно, CAD и неговата разновидност Компютърно подпомогнато инженерство (CAE) спомагат както за създаването на търговски продукти с добавена стойност така и за машинни части, които да участват като инструмент в етапа на производство. Вследствие от тази последователност и използването на компютърните системи заедно с техните софтуери, се образува по своеобразен начин кръговрат от действия и взаимодействия между човека-оператор с машината, като всичко е продиктувано от потребността от промишления дизайн – действащ като катализатор за технологични открития и нововъведения, благодарение на желанието за постигане на функционални, ефикасни, уникални, атрактивни и революционни в зависимост от необходимостта форми на промишлените предмети.

„Гига“ леенето, ако заради своята доказана технологична ефикасност се приобщава към икономическото направление в концепцията за устойчивост, то в социалното направление също може да се отчете като успешен подход заради това, че благодарение от прилагането му в практиката, се решават проблемите за свръхпотреблението и достъпността, защото техниката заради вече разгледаните си свойства притежава способността да изпълнява за минимално време огромно количество части и по този начин автомобила в случая да става все по-достъпен в ценово отношение за масите. Идеята за устойчивост, разбирана като социална цел за продължителното и споделено съществуване на хората на Земята, се прокара по многостранен начин в производствените процеси като така многовековния казус за достойното разпределение на материали блага се превръща в разрешим в близко бъдеще.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Устойчивият дизайн влияе пряко в разработването и внедряването на нови производствени модели поради основната причина, че процеса по създаването на продукт започва от върха надолу – от управленските и проектантските (дизайнерски) трудови колективи към производствените, които се явяват в качеството на главни изпълнители на постановката. В тази обстановка, устойчивата технология е производна на идейното течение за устойчивост, но нейното прокаране и осъществяване, поставя началото на реални условия за провеждането на кризисно дизайн проектиране целящо именно създаването на промишлени продукти с използването на минимум ресурси.

Приложението на идеята за устойчив дизайн в конкретно разглеждания технологичен метод се осъществява посредством използването на възможностите на съвременното формообразуване. Спомагателно за дейността на промишления дизайнер и технолога - съвременното формообразуване или компютърното прототипиране, усъвършенства системата за създаване на промишлен технически продукт чрез построяването и валидирането на не просто елементарни цифрови геометрични представяния, а на сложни опитни образци, със строеж в повечето пъти близък до съвършената топология на органичните структури, които не могат иначе да бъдат представени по друг начин освен математически и в дигиталното пространство. За „Гига“ леенето под високо налягане, геометричната сложност на проектираните за отливане части е продиктувана от убеждението за окрупняване и по същество е този аспект от цялостния замисъл, който генерира обстоятелства за технологичност, защото

сливането на множество разнородни компоненти в една адекватна на времето и в конструктивно отношение обемно-пространствена структура може да се получи само и единствено чрез компютърното моделиране на твърдотелни тела.

Взаимодействието между устойчивия дизайн и свързаните с него устойчиви технологии, представени в случая от технологията на леене чрез „Гига прес“ машини се осъществява на две нива – концептуално и практическо. Концептуалното взаимодействие се свежда до вече изследваните теоретически разбирания за оформянето на архитектурата предопределяща създаването на устойчив продукт, докато практическото ниво може да бъде представено като синхронизация на технологична основа между физическата обвивка (форма) и скелет, който приема и се адаптира съгласно създадената форма, а тя от друга страна е проектирана с мисълта за най-рационално изработване на съставната структура. Водят ли се от тези правила, промишлените дизайнери на новото време и бъдещето ще трябва изцяло да се съобразяват с наложените стандарти за устойчивост като по този начин да предлагат такива проектни решения, които да обуславят не само художествено-естетическата страна, но и чисто техническата с цел реализиране на практическото взаимодействие. Проектирането на електронни устройства, транспортни и летателни средства, ще се превръща в мултиизмерна задача с отражения върху отделното конструиране и технологично разработване на отделни корпусни или механични части, защото на промишления дизайнер ще се пада отговорността да изпълнява своите желания за форма, функция, материал, текстура, цвят във все по-кризисна от към ресурси среда.

## REFERENCES

- ANP Management consulting GmbH. Market overview Giga Casting and Giga Presses in the Automotive Industry. Last update: Essen, 8<sup>th</sup> of January 2024.
- Baser, T., Umay, E., Akinci, V. (2022). New Trends in Aluminum Die Casting Alloys for Automotive Applications. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering and Mathematics (EPSTEM), 79-87.
- Baser, T., Umay, E., Akinci, V. (2022). New Trends in Aluminum Die Casting Alloys for Automotive Applications. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering and Mathematics (EPSTEM), 79-87, p.81.
- Baser, T., Umay, E., Akinci, V. (2022). New Trends in Aluminum Die Casting Alloys for Automotive Applications. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering and Mathematics (EPSTEM), 79-87, p.82.
- Baser, T., Umay, E., Akinci, V. (2022). New Trends in Aluminum Die Casting Alloys for Automotive Applications. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering and Mathematics (EPSTEM), 79-87, p.83.
- Baser, T., Umay, E., Akinci, V. (2022). New Trends in Aluminum Die Casting Alloys for Automotive Applications. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering and Mathematics (EPSTEM), 79-87, p.83.
- Bergman, D. (2012). Sustainable design. Publisher Princeton Architectural Press, New York.
- Dnistran, I. (2023). Toyota Showcases its Own Giga Casting in A Bid to Lower EV Costs. Source: <https://insideevs.com/news/671943/toyota-giga-casting/>, published Jun 14, 2023.
- Horani, L. (2023). Sustainable design concepts and their definitions: an inductive content-analysis-based literature view. School of Economics and Management, Northwest University, Xi'an, China.
- Kant, R., Gurung, H., Yadav, S. (2024). Sustainable Material, Design and Process. Publisher CRC Press (Taylor and Francis Group), 600 Broken Sound Parkway NW, suite 300, Boca Raton.
- Morris, C. (2022). In model Y, Tesla replaces 70 underbody parts with one casting. Source: <https://chargedevs.com/newswire/in-model-y-tesla-replaces-70-underbody-parts-with-one-casting/>, published May 4, 2022.

Muenzberg C., Gericke, K., Oehmen, J., Lindermann, U. (2016). An Exploratory Study of Crises in Product Development. International Design Conference-Design 2016, Dubrovnik-Croatia, May 16-19, 2016, 1533-1542.

Yao, T., Noguchi, K. (2023). Toyota gigacasting prototype cuts production from hours to minutes. Source:<https://asia.nikkei.com/Business/Automobiles/Toyota-gigacasting-prototype-cuts-production-from-hours-to-minutes>, published September 19, 2023.

Yao, T., Noguchi, K. (2023). Toyota gigacasting prototype cuts production from hours to minutes. Source:<https://asia.nikkei.com/Business/Automobiles/Toyota-gigacasting-prototype-cuts-production-from-hours-to-minutes>, September 19, 2023.

Сотирова, Е., Иванова, В. (2015). Световна икономика. Издателство ТРАКИЯ М, София.

### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Докладът отразява резултати от работата по проект № 2024-АИФ-04, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.