

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік инженерия институты

Білдекжасау, материалтану және машинажасау өндірісінің технологиясы
кафедрасы

Ибраим Әлібек Саматұлы

«SURT жарыс машинасының корпусының өндірістік процесін жетілдіру»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5В071200 – Машинажасау

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік инженерия институты

Білдекжасау, материалтану және машинажасау өндірісінің технологиясы
кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
PhD д-ф., қауым. профессоры
 Арымбеков Б.С.
«12» 04 2019 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «SURT жарыс машинасының корпусының өндірістік процесін
жетілдіру»


5B071200 – Машинажасау

Орындаған

Ибраим Ә.С.

Пікір беругі


PhD д-ф.

 Удербаева А. Е.

«10» 04 2019 ж.

Ғылыми жетекші

PhD д-ф., қауым. профессоры

 Арымбеков Б.С.

«16» 04 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік инженерия институты

«Білдекжасау, материалтану және машинажасау өндірісінің технологиясы»
кафедрасы

5B071200 – Машинажасау

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі,
PhD д-р, қауым профессоры
Б.С. Арымбеков Б.С.
« 14 » 09 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Ибрагим Әлібек Саматұлы*

Тақырыбы «SURT жарыс машинасының корпусының өндірістік процесін жетілдіру»

Университет ректорының «06» қараша 2018 ж. №1252-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «16» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері SURT жарыс машинасының корпусының өндірістік процесін жетілдіру .

Есеп-түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтардың тізімі мен қысқаша диплом жобасының мазмұны:

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) жарыс машинасының корпусын жобалау;

б) арнайы бөлім;

в) қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі;

г) экономикалық тиімділігін есептеу;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

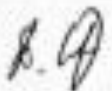
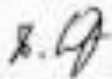
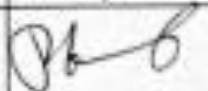
Сызбалық материалдар __ плакаттармен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет: __ атау

**Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Дипломдық жобаның тақырыбын таңдауға негіз	08.02.19-09.03.19	
Негізгі бөлім	09.03.19-24.03.19	
Арнайы бөлім. SURT автомобилінің корпусының негізгі ерекшеліктері	24.03.19-02.04.19	
Экономика бөлімі	02.04.19-08.04.19	
Еңбек қорғау бөлімі	08.04.19-15.04.19	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Еңбек қорғау бөлімі	Арымбеков Б.С. PhDд-ф., қауым. профессоры		
Экономикалық бөлім	Арымбеков Б.С. PhDд-ф., қауым. профессоры		
Норма бақылау	Карпеков Р.К., лектор	12.04.19	

Ғылыми жетекші _____

Арымбеков Б.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____

Ибраим Ә.С.

Күні _____

«16» 04 2019 ж.

АҢДАТПА

Satbayev University Racing Team (SURT) – 2017 жылдың тамыз айында университет студенттерінен құрылған команда. Команданың негізгі мақсаты арнайы автомобильдерді жобалап құрастыру. Қазіргі кезде команда 2 прототип құрастырды. Екеуі де арнайы Shell Eco Marathon жарысы үшін құрастырылған. Taiburyl Prototype 3.0 энерготімді болиді жеңіл әрі тез болып құрастырылуы кажет болды. Және Shell Eco Marathon жарысының негізгі техникалық талаптарына сай болып 12 сатыдан тұратын техникалық комиссияны өту көзделді. Shell Eco Marathon Asia 2019 Малайзия елінің астанасы Куала-Лумпурда сәуірдің 28-нен мамырдың 2-не дейін өтеді.

Болид толықтай көміртекті талшықтардан (карбоннан) жасалынған болатын. Карбон корпусы толықтай жасап бітіруге 2 ай уақыт кетті.

АННОТАЦИЯ

Satbayev University Racing Team (SURT) - команда, состоящая из студентов университета в августе 2017 года. Основной целью команды является проектная сборка специальных автомобилей. В настоящее время команда разработала 2 прототипа. Оба специально сконструированы для соревнований Shell Eco Marathon. Taibury1 Prototype 3.0 должен был быть энергоемким, легко и быстро сконструирован. И в соответствии с основными техническими требованиями соревнований Shell Eco Marathon было предусмотрено прохождение технической комиссии, состоящей из 12 этапов. Shell Eco Marathon Asia 2019 пройдет с 28 апреля по 2 мая в столице Малайзии Куала-Лумпуре.

Болид был полностью изготовлен из углеродных волокон (карбон). На полное изготовление карбона корпуса ушло 2 месяца.

ANNOTATION

Satbayev University Racing Team (SURT) is a team consisting of University students in August 2017. The main goal of the team is the design Assembly of special vehicles. Currently, the team has developed 2 prototypes. Both are specially designed for shell Eco Marathon competitions. Taiburyl Prototype 3.0 had to be energy-intensive, easy and fast to construct. And in accordance with the basic technical requirements of the Shell Eco Marathon competition, a technical Commission consisting of 12 stages was provided. Shell Eco Marathon Asia 2019 will be held from April 28 to may 2 in the Malaysian capital Kuala Lumpur.

The car was completely made of carbon fibers (carbon). To complete the manufacture of carbon of the hull took me about 2 months.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Негізгі бөлім	11
1.1	Композиционды материалдар	11
1.2	Композиционды материалдарды автокөлік жасауда қолдану	12
2	Материал таңдау барысы	14
2.1	Полимерлік композициялық материалдар	14
2.2	Шыны талшықтары	14
2.3	Көміртек талшықтары	16
3	SURT командасының жарыс автомобильдерінің жасалуы	20
3.1	iSU Prototype 1.2	20
3.2	Вакуумды инфузия әдісі	22
3.3	Taiburyl Prototype 3.0	26
4	Экономикалық бөлім	29
	Қорытынды	30
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	31

КІРІСПЕ

Satbayev University Racing Team (SURT) – 2017 жылдың тамыз айында университет студенттерінен құрылған команда. Команданың негізгі мақсаты арнайы автомобильдерді жобалап құрастыру. Қазіргі кезде команда 2 прототип құрастырды. Екеуі де арнайы Shell Eco Marathon жарысы үшін құрастырылған.

Shell Eco Marathon - "Шелл" компаниясы ұйымдастырған, Азия-Тынық мұхиты аймағы мен Таяу Шығыстан студенттік командалар өздерінің жасаған автомобильдерін көрсетіп ең энерготімді автомобиль атағын ұту үшін жыл сайын жарысатын байқау. Биыл " Шелл Эко-марафон Азия " Малайзияда, Куала–Лумпур қаласында, 2019 жылдың 28 сәуірі мен 2 мамыры аралығында өтеді. Автомобиль 1 литр жанармаймен мүмкін болатын максималды қашықтықты жүріп өтуі керек, Марафон рекорды - 3,836 шақырым. Жарыс 1939 жылдан бастап Детройт, Лондон, Сигапур, Рио Де Жанейро қалаларында өткізіліп келеді. Марафонда қазір бар негізгі жанармай түрлерін таңдауға болады: бензин, дизель, этанол, электро батарея, сутегі. Кейде жарысқа арнайы құрастырылған гибриді автомобильдерді әкеледі.

SURT командасы 2018 жылы Сингапур қаласында өткен Shell Eco Marathon Asia 2018 жарысына iSU Prototype 1.2 автокөлігімен қатысқан болатын. iSU Prototype 1.2 этанол (E95) жанармаймен жүретін Сәтбаев Университетінде құрастырылған ең алғашқы автокөлік. iSU марафондағы ең әдемі және инновациялы 10 көліктің қатарына кірді. iSU 1 литр этанолмен 171 километрге дейінгі арақашықтықты өте алады.

Өзінің экомобилін жетілдіру мақсатында 2018 жылдың соңында SURT командасы жаңа экомобиль жасалуды шешті. Эко автокөлікке Қобыланды батырдың атақты атының Тайбурыл есімі берілді. Нәтижесінде “Taiburyl Prototype 3.0” автокөлігі құрастырылды.

2 жылдың ішінде біз болидің корпусын әртүрлі материалдардан жасап көрдік. Осы жұмыстың негізгі мақсаты автокөліктің корпусын жасалу процесін жетілдіре отырып жеңілдетуін сипаттау. Корпус жасауға шамамен 1,5 ай кетті.

Корпусты жасау барысында негізгі таңдау жеңілдікпен беріктікке түсті. Себебі машинаның энерготімділігін арттырып, жылдамдығын арттыру үшін салмақты азайту керек болды. Беріктікті арттырудың негізгі мақсаты - үлкен жылдамдықтарда корпус майыспай аэродинамиканы бұзбас үшін және соқтығыс жағдайында көлік ішіндегі адам жарақаттанбау қажеттілігі. Машина жеңілдесе оның жанармай жағуы азаяды, себебі моторға түсетін күш азаяды.

Taiburyl Prototype 3.0 энерготімді болиді жеңіл әрі тез болып құрастырылуы қажет болды. Және Shell Eco Marathon жарысының негізгі техникалық талаптарына сай болып 12 сатыдан тұратын техникалық комиссияны өту көзделді. Shell Eco Marathon Asia 2019 Малайзия елінің астанасы Куала-Лумпурда сәуірдің 28-нен мамырдың 2-не дейін өтеді.

Болид толықтай көміртекті талшықтардан (карбоннан) жасалынған болатын. Карбон корпусты толықтай жасап бітіруге 2 ай уақыт кетті.

Дипломдық жобаның мақсаты – Shell Eco Marathon жарысына арналған энерготіімдік болидтің корпусын жобалап, көміртекті талшықтардан жасау.

Дипломдық жобаның өзектілігі:

А) Композиционды материалдардың автокөлікжасауда қолданысын кеңейту;

Ә) Көміртекті талшықты композиционды материалдардан SURT командасының Taiburyl Prototype 3.0 болидін құрастыру барысын сипаттау;

Б) Көміртекті талшықты композиционды материалдардың қолдану аясын кеңейту

В) SURT командасының автокөліктерінің корпусын жетілдіру

Дипломдық жобаның нысаны – композиционды материалдарды автокөлік жасауда пайдаланып, корпустың жасау технологиясын жетілдіріп максималды жеңіл, әрі берік жасау.

Дипломдық жобаның міндеттері:

- 1) Shell Eco Marathon Asia 2019 жарысы үшін болидтың корпусын жобалау және құрастыру.
- 2) Құрастыру барысында көміртекті талшықты композиционды материалдарды пайдалану
- 3) SURT командасының жаңа корпусын беріктікке есептеу

1 Негізгі бөлім

1.1 Композициялық материалдар

Композициялық материалдар (композиттер, КМ)-екі немесе одан да көп біртекті емес және бір-біріне ерімейтін, бір-бірімен физика-химиялық байланыстармен қосылатын компоненттерден тұратын жасанды жасалған материалдар.

Композициялық материалдардың компоненттерінің бірі материалдың қажетті механикалық сипаттамасын қамтамасыз ететін арматура немесе толтырғыш, ал басқа компонент – арматуралаушы элементтердің бірлескен жұмысын қамтамасыз ететін матрица (немесе байланыстырушы) болып табылады. Матрица ретінде полимерлі, металл, керамикалық және көміртекті материалдарды пайдаланады, олардың түріне байланысты композициялық материалдар жалпы атау алады.

Беріктігі жоғары және қаттылығы бар шыны, бор, көміртекті, органикалық, жіп тәрізді кристалдар (карбидтер, боридтер, нитридтер және т.б.) және металл сымдар берік болып табылады. Композицияны қалыптастыру кезінде композицияның құрамдас элементтерінің жеке қасиеттері тиімді қолданылады.

Композициялық материалдардың қасиеттері компоненттердің құрамына, олардың арасындағы сандық арақатынасы мен байланыс беріктігіне байланысты. Компоненттердің көлемді құрамын біріктіре отырып, мақсатына байланысты қажетті беріктілік, ыстыққа төзімді, серпімділік модулі бар материалдарды алуға немесе магнитті және т. б. сияқты қажетті арнайы қасиеттері бар композицияларды алуға болады.

Композициялық материалдардың жоғары меншікті беріктігі, қаттылығы (130-140 ГПа серпімділік модулі), жоғары тозуға төзімділігі, шаршауға төзімділігі бар. Олардың ішінде мөлшері тұрақты конструкцияларды жасауға болады. Композициялық материалдар машина жасаудың көптеген салалары үшін өте перспективалы Конструкциялық материалдар болып табылады.

Бірақ кейбір Композиттердің кемшіліктері бар: жоғары құны, қасиеттердің анизотропиясы, өндірістің жоғары ғылымды қажетсінуі, арнайы қымбат тұратын жабдықтар мен шикізаттың қажеттілігі, демек, дамыған өнеркәсіптік өндіріс пен ғылыми база.

Композициялық материалдар толтырғыштың геометриясы, оның матрицасында және компоненттердің табиғатында орналасуы, толтырғыштардың орналасу схемасы, компоненттердің табиғаты, композициялық материалдың құрылымы бойынша жіктеледі.

Композициялық материалдарды төрт топқа бөледі:

- Құрамында металдардан немесе қорытпалардан жасалған компоненттер бар КМ;
- Оксидтердің, карбидтердің, нитридтердің және т. б. органикалық емес қосылыстардан тұратын компоненттер;

- Метал емес элементтерден, көміртектен, бордан және т. б. тұрады.;
- Құрамында органикалық қосылыстардан тұратын компоненттер бар КМ (Эпоксидті, полиэфирлі, фенолды және басқа шайырлар).

Композиттер құрылымы бойынша бірнеше негізгі кластарға бөлінеді: талшықты, қабатты, дисперсті-мықты, мықты бөлшектер және наноккомпозиттер.

Талшықты композиттер армдалған талшықтармен немесе жіптәріздес кристалдардан тұрады. Композиттің механикалық қасиеттері талшық мөлшері мен концентрациясын бағдарлау арқылы өзгеруі мүмкін. Сонымен қатар, талшықтарды арматуралау материалға анизотропия қасиеттеріне мүмкіндік береді (әр түрлі бағыттардағы қасиеттердің айырмашылығы). Өткізгіш талшықтарын қосу есебінен материалға берілген осьтің бойымен электр өткізгіштігін беруге болады. Қабатты композициялық материалдарда матрица мен толтырғыш қабаттармен орналасады.

Композициялық материалдардың қалған сыныптары матрицаны бөлшектердің дисперсиялығымен ерекшеленетін арматуралаушы заттардың бөлшектерімен толтырумен сипатталады. Мысалы, дисперсті-мықты композиттер мөлшері 0,01-ден 0,1 мкм-ге дейін бөлшектердің 1-ден 15% - ға дейін (көлемі бойынша) қамтиды. Бөлшектермен нығыздалған композиттер мөлшері 1 мкм артық бөлшектердің 20-25% (көлемі бойынша) бар. Наноккомпозит құрамына кіретін бөлшектер мөлшері 10-100 нм құрайды.

1.2 Композиционды материалдарды автокөлік жасауда қолдану

Автомобиль өнеркәсібін дамыту, пайдаланылатын материалдардың сапасы мен қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды арттыру жаңа нысандарды жасауды және қолдануды талап етеді. Көмір талшығынан жасалған материалдар заманауи талаптарға барынша толық жауап береді, өйткені бірқатар бірегей сипаттамаларға ие және баға мен сапаның ең жақсы арақатынасын көрсетеді.

Автомобильдерге арналған композиттік материалдар нарықта үйреншікті металл. Тек болат ғана емес, алюминий қорытпалары да, олар жақында ғана жақсы деп саналды. Қазіргі уақытта композициялық материалдар кез келген автомобиль торабын құру кезінде қолданылады. Тіпті корпусын толығымен автомобиль жасауда композитовкомпозиттерден тұратын концепт-карлар шығарады

Үздіксіз талшықтар мен арматураланған маталар негізіндегі композициялық материалдар мен бұйымдар автомобильдің сыртқы бөлшектерін өндіру үшін кеңінен қолданылады. Көбінесе олар жасайды:

- Күш құрылымдары-есіктер мен орындықтардың күш құрылымдары, күннің қорғаныс элементтері .
- Бамперлер мен радиаторларды бекіту элементтері.
- Сәндік элементтер-салонның сәндік панельдері, Сыртқы Сәндік панельдері .

- Жүк салғыштың қақпақтары, шанақ панельдері, тежегіш дискілер, шанақ элементтері, термо және дыбыс оқшаулау .

Көптеген машиналардың шанақтары (соның ішінде ауыр жүктер) жеңіл, басқа да және қымбат емес көмірпластиктерден тұрады.

Көлік құрастырудағы көмірпластик

Автомобиль жасау үшін композиттік материалдар-бұл ең алдымен көміртекті талшықтан жасалған өнім. Ол көптеген жылдар бойы автомобиль құрастыруда қолданылып келеді, жыл сайын оны қолдану көлемі өсіп келеді. Көмір талшығының ең маңызды артықшылығы - аз салмақ және жоғары күш. Көмірпластик болаттан 5 есе жеңіл және алюминийден 1,8 есе жеңіл. Автомобиль жасауда композиторларды пайдалану көлік құралының массасын 20-25% - ға төмендетуге мүмкіндік береді. Осының есебінен қозғалтқыш жұмысының тиімділігі айтарлықтай артады және жанармай шығыны төмендейді.

Көміртекті талшықтар полимерлер негізінде синтетикалық және табиғи талшықтардан өндіріледі. Өңдеу режимі мен бастапқы шикізатқа байланысты әртүрлі құрылымды және әртүрлі қасиеттері бар материалдарды алады. Бұл композиттік материалдардың басты артықшылығы. Оларды бастапқы берілген қасиеттермен белгілі бір тапсырмада жасауға болады.

Автомобиль жасауда Карбон

Карбон беріктігі бойынша 12,5 есе болат (қара металл прокаты) асып түседі. Біз "карбон" айтқан кезде, әрине, тюнинг-Кардың капоталарын еске аламыз. Қазір карбоннан жасалмаған бірде-бір қорап жоқ. Одан капоттар ғана емес, қанаттар, бамперлер, есіктер мен шатырлар да дайындалады. Салмақты үнемдеу фактісі айқын. Дегенмен, көп үшін бастысы, карбон бөлшектері кез келген машинада өте стильді көрінеді.

Автомобильдерге арналған көміртекті талшық жарыс киімінде кеңінен қолданылады. Бұл карбон шлемдері, карбон қондырмалары бар бөтенке, қолғап, костюмдер, арқаны қорғау және т.б. мұндай киім-кешек жақсы көрінеді, сонымен қатар қауіпсіздікті арттырады және костюм салмағын төмендетеді (шлем үшін өте маңызды). Карбон мотоциклдерде өте танымал. Ең озық байкерлер карбонға аяқ-басына дейін киеді.

Автомобиль жасауда технологияның дамуы бірінші кезекте автоспорттың дамуымен байланысты. Композициялық материалдарды дамыту және қолдану саласындағы техникалық прогресті байқай отырып, жақын арада толық композиттік шанағы және басқа тораптары мен агрегаттары бар сериялық автомобильдер пайда болады деп сенімді айтуға болады.

2 Материал таңдау барысы

2.1 Полимерлік композициялық материалдар.

Полимерлік композициялық материалдар (ПКМ) – композициялық материалдар, полимерлік материал матрицасы болып табылады. Оларды қолдану айтарлықтай экономикалық нәтиже береді.

Полимерлі композициялық материалдардан жасалған бөлшектерді қалыптастыру полимерден жасалған бұйымдарды қалыптауға тән әдістермен (қысыммен күй, пресстеу және т.б.), сондай-ақ материалдардың осы сыныбына ғана тән арнайы әдістермен (орау және т. б.) жүзеге асырылуы мүмкін.

2.2 Шыны талшықты композициялы материалдар

Шыны пластиктер полимерлі композициялық материалдарға жатады, балқытылған бейорганикалық шыныдан жасалған шыны талшықтармен арматураланған. Матрица ретінде терморективті синтетикалық шайырлар (полиэфирлі, фенолды, эпоксидті және т.б.), сондай-ақ термопластикалық полимерлер (полиамидтер, полиэтилен, полистирол және т. б.) жиі пайдаланылады.

Бұл материалдар өте жоғары беріктікке, төмен жылу өткізгіштікке, жоғары электр оқшаулау қасиеттеріне, радиотолқындар үшін ашықтыққа ие. Шыны пластиктер-полимерлі композициялық материалдан жасалған арзан материалдар. Оларды қолдану сериялық және жаппай өндірісте, Кеме жасауда, радиоэлектроникада, құрылыста, шыны пакеттерге арналған терезе рамаларын жасауда, автомобиль және темір жол көлігінде және т. б. жарамды.

Шыныпластиканың сипаттамалары

Шыныпластик көптеген өте құнды қасиеттерге ие, оған болашақ материалдардың бірі деп атауға құқық береді:

Салмақ аздығы

Шыны пластиктердің үлес салмағы 1,4-ден 2,1-ге дейін ауытқиды және орташа $1,7 \text{ г/см}^3$ құрайды. Естеріңізге сала кетейік, металдардың үлес салмағы айтарлықтай жоғары, мысалы, Болат-7,8, мыс - $8,9 \text{ г/см}^3$. Тіпті техникада қолданылатын ең жеңіл қорытпалардың бірінің үлес салмағы, дуралюмин $2,8 \text{ г/см}^3$ құрайды. Осылайша, шыны пластиктің үлес салмағы қара және түсті металдарға қарағанда орта есеппен бес-алты есе аз және ақымақ металға қарағанда екі есе аз. Бұл шыныпластик әсіресе ыңғайлы пайдалану үшін көлікте. Көліктегі салмақтағы үнемдеу энергия үнемдеуге көшуде; бұдан басқа, көлік конструкцияларының (ұшақтар, автомобильдер, кемелер және т.б.) салмағын азайту есебінен олардың пайдалы жүктемесін арттыруға және отынды үнемдеу есебінен әрекет ету радиусын арттыруға болады.

Диэлектрлік қасиеттері

Шыныпластиктер айнымалы және тұрақты токты пайдалану кезінде тамаша электр оқшаулағыш материалдар болып табылады.

Жоғары коррозиялық төзімділік

Шыны пластиктер диэлектриктер ретінде электрохимиялық коррозияға ұшырамайды. Түрлі агрессивті ортаға, соның ішінде концентрацияланған қышқылдар мен сілтілердің әсеріне төзімді шыныпластиктерді алуға мүмкіндік беретін шайырлар қатары бар.

Жақсы көрініс

Шыныпластиктер дайындау кезінде кез келген түске жақсы боялады және тұрақты бояғыштарды пайдалану кезінде оны шексіз ұзақ сақтай алады. Ашықтық. Жарық өткізгіш мөлдір шайырлардың кейбір маркаларының негізінде шыны пластиктерді жасауға болады.

Жоғары механикалық қасиеттері

Өзінің кішкене үлес салмағы кезінде шыны пластиктің жоғары физикалық-механикалық сипаттамалары бар. Кейбір шайырлар мен арматуралайтын материалдардың белгілі бір түрлерін пайдалана отырып, шыныпластик алуға болады, өзінің берік қасиеттері бойынша түсті металдар мен Болаттың кейбір қорытпасынан асып түседі. Шыны пластиктердің механикалық қасиеттері негізінен толтырғыштың сипаттамасымен және оның байланыстырғышпен, ал шыны пластиктерді өңдеу және пайдалану температурасымен байланыстырғышпен анықталады. Ең жоғары беріктігі мен қаттылығы бар шыны пластиктер, құрамында орналасқан үздіксіз талшықтар бар. Мұндай шыны пластиктер бір бағыттағы және қиылысқан болып бөлінеді; талшықтың бірінші типті шыны пластикте өзара параллель орналасқан, екінші типті шыны пластикте - бір-біріне берілген бұрышпен, бұйым бойынша тұрақты немесе айнымалы. Талшықты бағдарлауды өзгерте отырып, шыныпластиктердің механикалық қасиеттерін кең шектерде реттеуге болады. Механикалық қасиеттердің үлкен изотропиясы талшықтардың беймәлім орналасуы бар шыны пластиктерге ие: түйіршіктелген және спутникті-талшықты баспақтар; байланыстырғышпен бір мезгілде тозаңдату әдісімен қалыпқа салынған кесілген талшықтар негізіндегі және кенептер (маталар) негізіндегі материалдар.

Жылу оқшаулағыш қасиеттері

Шыны пластик төмен жылу өткізгіштігі бар материалдарға жатады. Сонымен қатар, шыны пластик қабаттарының арасында кеуекті материалдарды, мысалы пенопластты пайдалана отырып, "сэндвич" типті шыны пластик конструкциясын жасау арқылы жылу оқшаулағыш қасиеттерді айтарлықтай арттыруға болады. Өзінің төмен жылу өткізгіштігінің арқасында шыныпластикалық сэндвич конструкциялары өнеркәсіптік құрылыста, Кеме жасауда, вагон жасауда және т. б. жылу оқшаулағыш материалдар ретінде табысты қолданылады.

Дайындау процесінің оңайлығы

Шыныпластикалық бұйымдарды жасаудың көптеген жолдары бар, олардың көпшілігі жабдыққа ең аз салым салуды талап етеді. Мысалы, қолмен

калыптау үшін тек матрица және қол құралдарының шағын жиынтығы (домалау білікшелері, қылқаламдар, өлшеуіш ыдыстар және т.б.) қажет. Матрица ағаштан бастап металмен аяқталатын кез келген материалдан жасалуы мүмкін. Қазіргі уақытта шыныпластикалық матрицалар кеңінен таралған, олар салыстырмалы түрде аз құны және ұзақ қызмет ету мерзімі бар.

2.3 Көміртек талшықты композиционды материалдар

Көміртекті талшықтар (Carbon fiber) түріндегі полимерлі матрицадан және беріктендіргіштерден жасалған композициялар. Көміртекті талшықтар целлюлоза, акрилонитрил сополимерлері және т.б. негізінде синтетикалық және табиғи талшықтардан алынады. Бұл ретте салмағы бойынша 99,5% дейін көміртегі бар талшықтар түзіледі.

Өңдеу режиміне және бастапқы шикізатқа байланысты алынған көміртекті талшықтың әртүрлі құрылымы бар.

Көмірпластиктерді дайындау үшін шыны пластиктерге арналған матрицалар қолданылады (көбінесе терморезистивті және термопластикалық полимерлер).

Шыны пластиктермен салыстырғанда көмір пластиктерінің негізгі артықшылықтары олардың төмен тығыздығы және жоғары серпімділік модулі болып табылады. Көмірпластиктер-өте жеңіл және берік материалдар. Көміртекті талшықтар мен көмірпластиктерде сызықтық кеңеюдің нөлдік коэффициенті бар.

Барлық углепластиктер электрді жақсы өткізеді, қара түсті болады, бұл олардың қолданылу аймағын шектейді. Көмір пластиктер авиацияда, зымыран жасауда, машина жасауда, ғарыш техникасын, медициналық техниканы, протездерді өндіруде, жеңіл велосипедтерді және басқа да спорттық Мүкәммалды дайындау кезінде пайдаланылады.

Көміртекті талшықтар мен көміртекті матрицалар негізінде композициялық көмірграфитті материалдар жасайды – инертті немесе қалпына келтіру орталарында +3000° С дейін температураға ұзақ төзуге қабілетті термотөзімді композициялық материалдар (көмірпластиктер).

Көміртекті талшықтар (УВ) құрылымдық элементтері графитке жақын көміртектің ауыспалы түрлеріне жатады.

Көміртекті емес және ерімейтін заттардан талшықтарды алу тәсілі-алғаш рет Элисонмен және еше Сванымен 1880 жылы берілген.

Көміртегі талшықтарының механикалық қасиеттері едәуір дәрежеде олардың құрылымымен анықталады, ол өз кезегінде алу шарттарына (термоөңдеу температурасына, бастапқы шикізаттың жағдайына, легирлеуші модификаторлардың болуына, сондай-ақ ақаулардың болуына) байланысты болады.

Көмірграфит материалдарының класына жататын көміртекті талшықтар құрылымдық тұрғыдан тиісті химиялық құрамның массивтік материалдарынан ерекшеленетін бірқатар ерекшеліктермен сипатталады.

Бұдан басқа, көміртегі талшықтарының құрылымы мен қасиеттері материалдың спецификалық түріне (талшыққа), сондай-ақ олар алынған бастапқы полимерлердің бағдарланған құрылымына байланысты болады.

Көміртекті талшықтардың құрылымы мен механикалық қасиеттерінің өзара байланысын зерттеуге жұмыстың едәуір мөлшері арналған, Дегенмен, осы уақытқа дейін құрылымның белгілі бір параметрлерінің УВ беріктігіне әсер ету сипаты туралы толық түсінік жоқ. Осының барлығы ҚТ құрылысының күрделілігін және олардың беріктігіне әсер ететін факторлардың көп санын куәландырады.

УВ негізгі құрылымдық бірлігі ленталы формадағы графит қабаты болып табылады. Қабаттардың бұрыштық орналасуы қыздыру және сору кезінде айтарлықтай өзгеруі мүмкін - көміртекті қабаттарды бағдарлау термоөңдеу және сору температурасын арттыру кезінде неғұрлым жетілдірілген болады. Құрылымдағы тесіктер ұзын, жұқа, талшық осінің бойымен қолайлы. Микропораның көлемдік үлесі температураның жоғарылауымен артады және УВ тарту кезінде азаяды. Бұл модель 2.1 суретте бейнеленген. Көміртекті талшықтар құрылымының басқа да модельдері де бар.



2.1-сурет-Көміртекті талшықтың құрылымы

Көміртекті талшықтарды қолдану салаларының әртүрлілігі олардың сипаттамаларының кең спектрімен байланысты. Көміртекті талшықтарға серпімділік пен беріктік Модулінің экстремалды жоғары мәндері, химиялық және термиялық беріктігі, сызықтық термиялық кеңею коэффициенті төмен, спецификалық трибологиялық қасиеттері, жоғары (басқа талшықтармен салыстырғанда) жылу және электр өткізгіштігі және басқа да құнды қасиеттер

қатары тән. Көміртекті талшықтардың пайдалы сипаттамаларының кешені бастапқы материалдың табиғатымен және құрылымдық ерекшеліктердің әртүрлілігімен анықталады.

Көптеген салаларда осындай материалдарды пайдаланудың перспективалылығын анықтайтын УВ-ның маңызды қасиеті әртүрлі агрессивті реагенттерге қатысты олардың жоғары химиялық төзімділігі болып табылады.

Әр түрлі көміртекті талшықтардың қасиеттері кестеде келтірілген. 1 - ші сатының параметрлері есептелген мәндері $\rho, \text{г/см}^3$, $T_{\text{субл}}, \text{К}$, $S_{\text{уд}}, \text{м}^2/\text{г}$, $\alpha \cdot 10^{-6}$, $\rho \cdot 10^{-5}$, $\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, $C, \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

2.1-кесте - Көміртекті талшықтардың кейбір қасиеттері

Көміртекті талшықтар	$\rho, \text{г/см}^3$	$T_{\text{субл}}, \text{К}$	$S_{\text{уд}}, \text{м}^2/\text{г}$	$\alpha \cdot 10^{-6}, \text{К}^{-1}$	$\rho \cdot 10^{-5}, \text{Ом} \cdot \text{м}$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$C, \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
Карбонизделген	1,4-1,8	3873	1-1000	1,5	1-70	0,8-1,6	0,8
Графиттелінген	1,8-2,15	3873	0,15-3	1,5-2,5	0,3-1	1,7-2,0	0,6

2.2-кесте - Жетекші шетелдік фирмалар шығаратын көміртекті талшықтар

Фирма	Марка	$\delta, \text{МПа}$	$E, \text{ГПа}$	$\rho, \text{г/см}^3$	Бастапқы материал
Hercules Incorporation	AS6	4137	243	1,83	ПАН
	IM6	4378	278	1,83	ПАН
	HM	2755	379	1,84	ПАН
Union Carbide Corporation	T-300	3200	228	1,70	ПАН
	T-500	3650	241	1,79	ПАН
	T-700	4550	248	1,81	ПАН
	P-75	2100	520	2,00	ПЕК
	P-100	2200	724	2,15	ПЕК
Torey Industries Corporation	T300	3500	235	1,76	ПАН
	T800	5700	300	1,81	ПАН
	T1000	7200	300	1,82	ПАН
	M40	2800	400	1,81	ПЕК
	M50	2500	500	1,91	ПЕК
	M60	3900	600	1,94	ПЕК

2.2-кестенің жалғасы

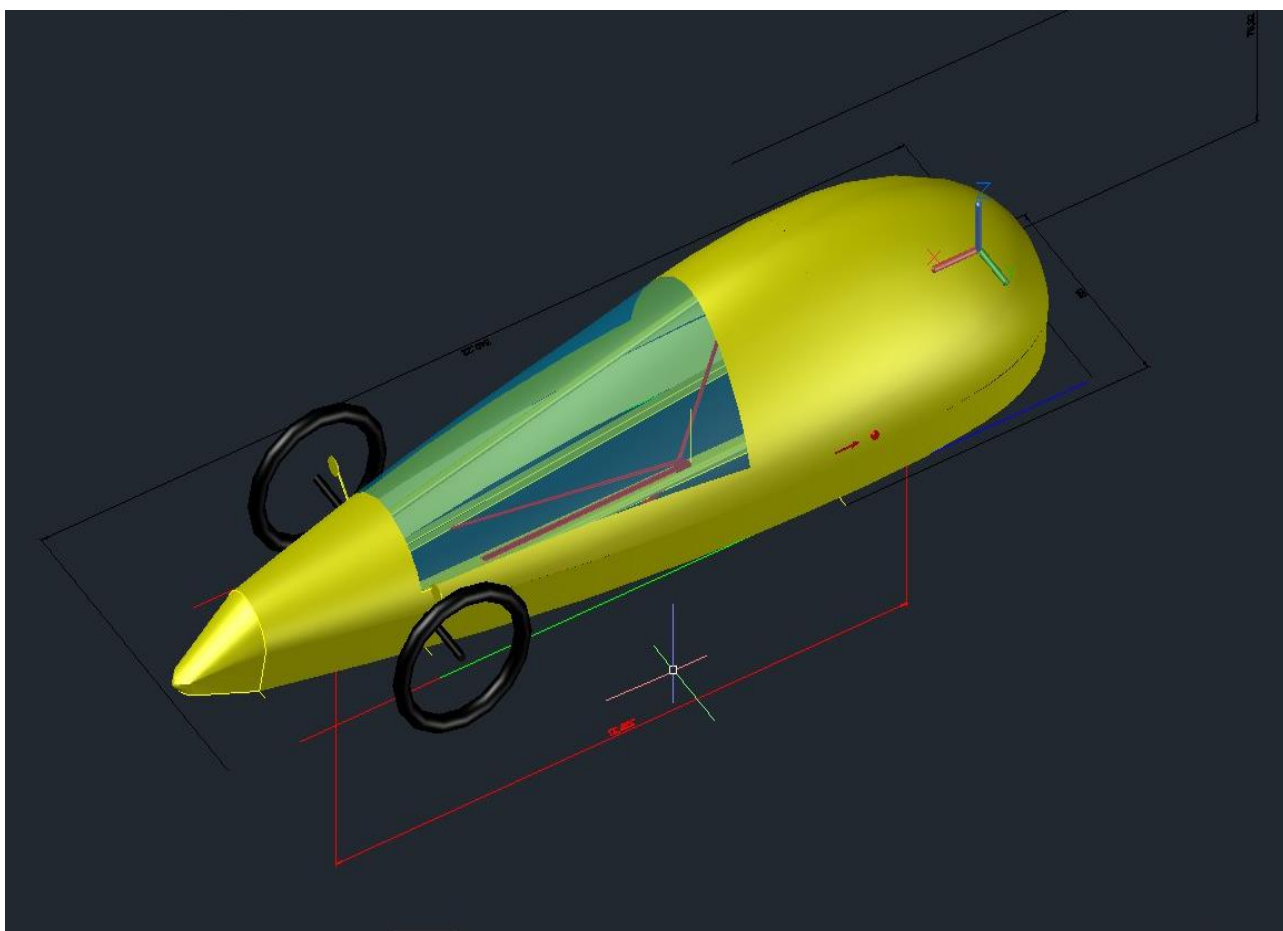
Фирма	Марка	δ , МПа	Е, ГПа	ρ , г/см ³	Бастапқы материал
Nippon Carbon	3-2000	3260	245	1,77	ПАН
	3-4500	3060	235	1,77	ПАН
Toho	ST-3	4400	240	1,77	ПАН
	HM-40	2600	400	1,83	ПАН
	HM-45	2200	450	1,90	ПАН
	3M-500	4800	300	1,77	ПАН
Mitsubishi Reyen	M-1	2600	360	1,85	ПАН
	T-1	3400	250	1,80	ПАН
Selanaz Pletix	GY-70	1900	530	1,90	ПАН
	6K	3690	2400	1,77	ПАН

3 SURT командасының жарыс автомобильдерінің жасалуы

3.1 iSU Prototype 1.2

iSU Prototype 1.2 – 2018 жылы SURT командасы құрастырған экономикалық тиімділікті арттыру және қоршаған ортаға тигізетін зардапты азайту мақсатында жасалынған экомобиль. Экомобильдің қаңқасы алюминий Д16т материалынан, ал корпусы шыны талшықтарынан жасалынған болатын.

iSU Prototype 1.2 – 3D моделі 2017 жылдың қазан айында AutoCad бағдарламасы арқылы тұрғызылған болатын.



3.1-сурет- iSU Prototype 1.2 3D моделі

Шыны талшықтарын 5-7 қабат қою арқылы негізгі корпусы жасалып құйылған болатын. Шыны талшықтарының тығыздығы 300 г/м^2 таңдалынған. Талшықтар арнайы ЭД-20 шайырымен ПЕПА – қатырғышының көмегімен бір біріне кілейленген.

Желімдеу барысы

Қатырғышпен шайыр 10/1 қатынасында жазық ыдыста біркелкі массаға дейін араластырылады. Желімнің түсі сарылау келеді. Аққыштығы аз, қату

уақыты шамамен 1 сағат 30 минут. Толық қатайып максималды беріктікке жетуге 3 күн кетеді.

Матрица

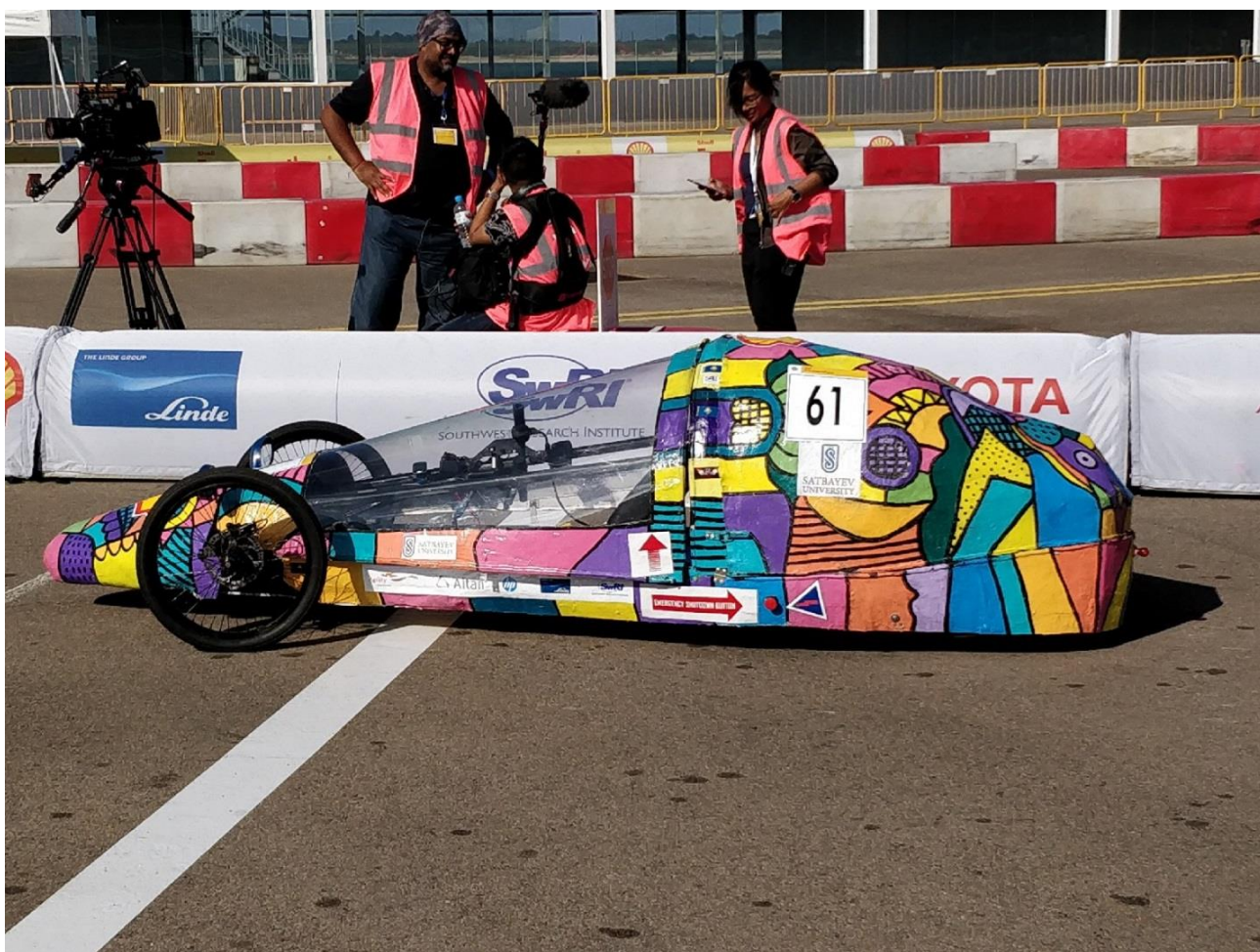
Матрица - арнайы композиционды материалдарды жасауға арналған қалып форма. Композиционды материалдар матрицаны түгелдей қайталайды, егер матрицадағы кедір-бұдырлықты толықтай қайталап шығады.

iSU Prototype 1.2-нің матрицасы картон қағаздардан жасалынған. Матрица бірқолдануға ғана арналған. Негізгі қаңқасы Болат 20-дан тұрғызылған. Оның үстіне желімнің көмегімен картон машинаның болашақ формасын қайталап жасалынған. Матрица керекті форманы алған соң, үстіне қалың қабат шпатлевка жағылған. Универсалды шпатлевка тағдалған, кебу уақыты шамамен 2-3 сағат. Шпатлевка 3 қабаттап жағылды. Келесі операция кедір бұдырлықты минимумға дейін жеткізуге – зімпара қағазы қолданылды. Өңдеу бірнеше сатыдан тұрады: 1-ші саты 20-лық зімпара қағазымен өтіп шығу, 2-шісі 80-дік зімпара қағазымен өту, 4-шісі 200-дік зімпара қағазымен өту.

Матрица дайын болған соң ғана негізгі шыныталшықтарын желімдеу басталады. Матрица берік, әрі бірнеше рет қолдану үшін жасалса онда арнайы бөлгіш жағылады. Бөлгіш ретінде арнайы бөлгіш спирт немесе бөлгіш саз балшық қолданылады. Нәтижесінде матрицамен дайын корпусты бөлу операциясы оңай өтеді. Біздің жағдайда матрица бір қолдануға ғана жасалынған.

Шыны талшақтарын желімдеу үшін арнайы пластмассалы валик және щеткалар қолданылған. Шағу процесіне 5 адам қатысып, жалпы корпусты желімдеуге кеткен уақыт 4 сағатқа жетті. Нәтижесінде пайда болған корпус 3 күннен кейін матрицадан шығарылды, матрица бұзылып, темір қаңқадан бөлінді.

Корпус беттік өңделінуі арнайы шлифмашина көмегімен жүзеге асырылды. Корпустың кедір-бұдырлығын азайту операциясы 1 толық күнді алды. Содан кейін шаңнан тазартылып арнайы бояу түрі – гелькоут жағылды. Гелькоут – арнайы композиционды материалдарды бояп сыртқы кедір бұдырлығын азайтуға арналған резінделген бояу қабаты. Гелькоуттың қату уақыты 7-8 сағат. Гелькоут кепкен соң ғана автокөлікті суретші бояп шықты. Кейбір матрицаның және корпустың түзулігін жасыру үшін түрлі түске бояу шешілді. Бояуға 2 күн кетті. Соңғы операция – лактың 3 қабатын жағу. Арнайы универсалды лак таңдалған болатын. Корпустың толық салмағы 29 кг болды, лакталған және толықтай боялған корпустың салмағы 35 кг-ға жетті.



3.2-сурет- iSU Prototype 1.2 автокөлігінің жарысқа дайындалуы

3.2 Вакуумдық инфузия әдісі

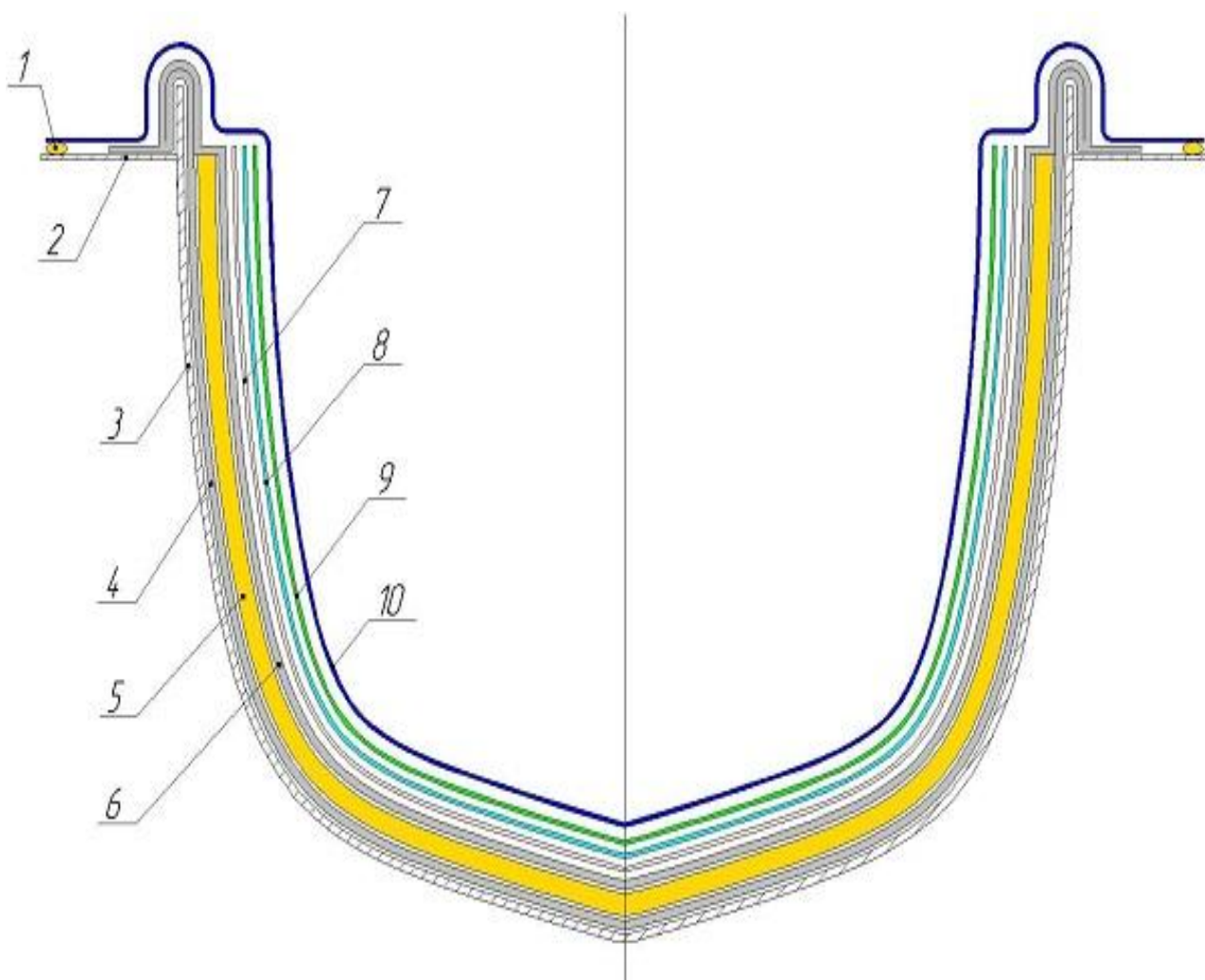
Вакуумдық инфузия әдісі шыныпластикалық бұйымдарды қалыптау әдісі болып табылады, онда матрицаға жапсарлас герметикалық пленка есебінен арматураланған материалмен (вакуумдық қап) жұмыс қуысы құрылады. Қуысында вакуум жасалады және осы вакуум есебінен байланыстырушы жұмыс қуысына тартылады және арматуралау материалын сіндіреді. Контактілі қалыптау әдісімен салыстырғанда инфузия әдісі, RTM әдісі сияқты;

Сіңірмелеу, арматуралау және арматуралау операцияларын болдырмау есебінен процесті ішінара механикаландыру, сол арқылы адам факторының әсерін азайту;

Байланыстырғыш санын автоматтандырылған бақылау және арматуралаушы материал қабаттарын салудың неғұрлым жоғары тығыздығына қол жеткізу есебінен дайындау сапасын арттыру;

Қоршаған ортаға зиянды заттардың шығарылуын айтарлықтай төмендете отырып, еңбек жағдайын жақсарту;

Еңбек сыйымдылығын төмендету, өндірістік циклдың ұзақтығын қысқарту.



3.3-сурет-Вакуумды инфузия

3.1-кесте- Вакуумды инфузия құрал-жабдықтары

1. Герметикалық жгут	6. Ортаңғы негізгі қабат
2. Матрица фланцы	7. Бөлгіш мата
3. Матрица	8. Перфорланған пленка
4. Сыртқы негізгі қабат	9. Шайыр өткізгіш тор
5. Армдеуші қабат	10. Вакуумды пленка

ҚАПТЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ
Герметикалайтын бұрау

Бұл инфузия үшін арнайы, тұтас жабысқақ таспа. Шайыр инфузиясы процесі кезінде вакуумдық пленка астындағы ауаның айналымын қамтамасыз ететін полиэтилен спиральды түтікті бекітуге арналған.

Жгут вакуумды қаптың астына шығатын матрица беті, шлангілер және штуцерлер бар вакуумды қаптың жоғары беріктігін қамтамасыз етеді.

Спиральды түтік

Полиэтилен спиральды түтік-вакуумдық пленка астында ауа айналымын қамтамасыз етеді. Ол арқылы ауа сорылып, армирлеу материалдарын толтырып, шайыр сіңеді (әдетте сақинаға тұйықталады).

Құрбандық мата

Құрбандық мата өнім мен инфузияның қосымша материалдары арасындағы бөлгіш қабат ретінде қызмет етеді. Құрбан болған матаны пайдаланбай бөліктен бөлгіш тор мен шайыр беруге арналған Профильді бөлу мүмкін емес.

Шайырды таратуға арналған тор

Тор, армирлеуші материалдардың шайырын тез және тиімді сіңдіру үшін жасалған.

Вакуумдық пленка

PE / PA / PE көп қабатты композитті пленка, мүлдем герметикалық, түссіз, мөлдір, көп рет қолданылатын, өздігінен бөлінетін. Вакуумдық пленка ~1 Атм шайыр инфузиясына қажетті жеткілікті сиретуге төзімді.

Вакуумдық қаптың қажетті мөлшерін дұрыс есептеу өте маңызды фактор болып табылады. Вакуумдық қаптың дұрыс емес өлшемі сіңірілу немесе катаяту кезінде пленканың үзілуіне себеп болуы мүмкін.

БҰЙЫМДЫ ҚАЛЫПТАУ

Бұйымды қолмен қалыптау рәсімі бірнеше кезеңде өтеді.

Бірінші кезең-дайындық:

Болашақ бұйымның жарағының беті тазартылады және бөлгіш құрамды жағады. Осыдан кейін жабдыққа сәндік қабат – гелькоут салынады.

Гелькоут болашақ бұйымның сыртқы бетін түзеді, түс, біртекті фактура және сыртқы факторлардың (ультрафиолет, су, химиялық реагенттер және т.б.) әсерінен қорғауды қамтамасыз етеді. Гелькоут жағу міндетті рәсім болып табылмайды. Кейбір жағдайларда, бұйымды қалыптау мүмкін және онсыз. Мысалы, карбон пластиналарын жасау кезінде, көбінесе, материал жарақтың бетіне тік салынады.

Күрделі пішінді карбон бұйымдарын жасау кезінде гелькоут жағу қажет, өйткені бұл бөлшектерді финишпен өңдеу кезінде шығындарды қысқартуға көмектеседі.

Екінші кезең – гелькоутты жартылай полимерлегеннен кейін ("отлипке" күйіне дейін) екінші кезеңге-арматуралайтын маталарды төсеуге өтеді.

Жабдыққа қабаттың артына алдын ала пішілген арматуралаушы материал салынады. Бұл ретте, мата тығыз қысылып қалуы үшін уақытша бекіту желімінің (AEROFIX, INFUTAC) спрейін қолданады.

Өте маңызды сәт-бұл сапалы, бірқалыпты мата жабынның барлық бетіне қысу. Көмірге ерекше назар аударылады. Егер арматуралау материалының қабаттары жабдыққа тығыз жанаспайтын болса және бір – біріне қуыстар пайда болса, олар ең жақсы жағдайда байланыстырғышпен толтырылатын болады, бұл А элементінің беріктігінің азаюына әкелуі мүмкін қуыстар-кернеу концентраторлары құрайды.

Үшінші кезең - технологиялық қабат салу.

Содан кейін технологиялық қабат салынады: құрбандық мата, перфорацияланған пленка, өткізгіш тор. Байланыстырғышты беру желілері және вакуумдық линиялар – ауаны және шайырдың артық шығуын эвакуациялау желілері салынады.

Әдетте ауа мен шайырдың артығын эвакуациялау желісі-спиральды түтікше, жарактың периметрі бойынша сақина түрінде төселеді. Егер жұмыста МТІ ® түтігі пайдаланылса, онда оны байланыстырғышпен толтыру кезінде кернеуліктің құлау сәтін алыстату үшін фланецтің перифериясына мүмкіндігінше одан әрі шығаруға тырысады.

Шайырды енгізу және ауаны эвакуациялау желілерінің оңтайлы орналасуын дәл анықтау өте қиын. Тәжірибе, тесттер және жазба-алдыңғы қалыптарды талдау вакуумдық инфузия технологиясымен жұмыс істеу кезінде туындайтын проблемаларды азайтуға көмектеседі.

Төртінші кезең-нысанды герметизациялау.

Одан әрі вакуумдық пленка төселеді және герметикалайтын жгуттың көмегімен нысаны герметикаланады және вакуумдалынады. Вакуумдық жүйеде кернеу деңгейін реттеу клапаны болуы маңызды, бастапқы кезеңде төмен кернеуді қою арқылы асықпай-ақ вакуум пленкасын форманың бетіне сапалы бөлуге болады.

Форманы вакуумдау кезінде пленканың созылмағанын қадағалау керек. Пленка еркін жатуы және жарактың әр сантиметрін тартусыз жеңілдетуі тиіс.

Содан кейін орамдалған пішінді вакуумдық сорғыдан ажырату және герметикалықты тексеру үшін уақытқа қалдыру қажет.

Бесінші кезең-байланыстырушыларға сіңдіру.

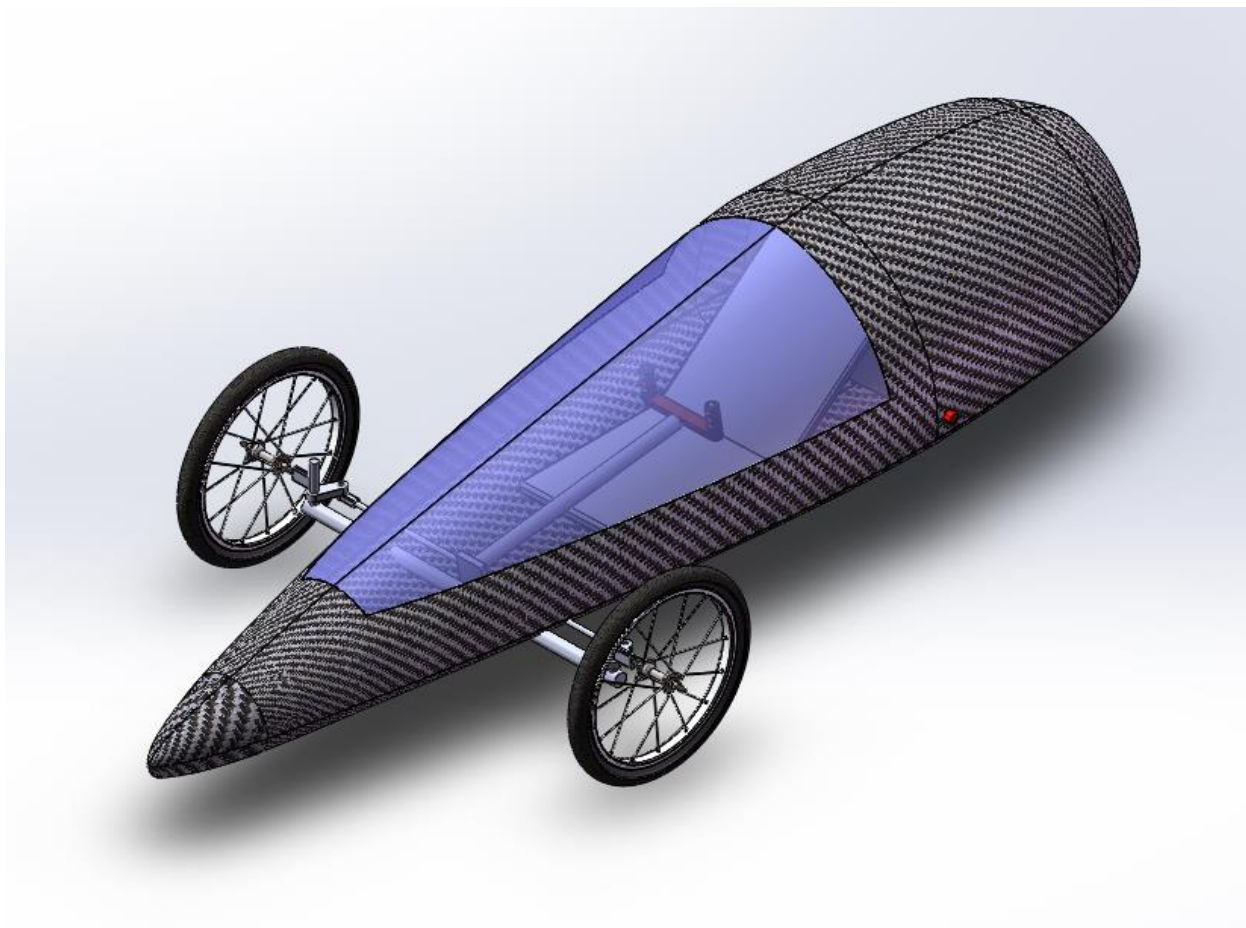
Барлығы дайын болған кезде байланыстырғышты іске қосу. Сиретудің арқасында сұйықтық қалыпқа сіңеді және бос көлемді толтырады (жабдық беті мен вакуумдық пленка арасындағы кеңістік) армирлеу материалын құрбандық матамен және тарату торымен бірге сіңдіреді. Байланыстырғыштың полимерленуінен (катаюдан) кейін вакуумдық пакет алынады. Технологиялық қабат жойылады және деталь жабдықтан алынады. Дайын өнім механикалық өңдеуге ұшырайды: периметрі бойынша арматуралаушы материал жойылады, тесіктер және басқалар бұрғыланады.

3.3 Taiburyl Prototype 3.0

Taiburyl Prototype 3.0 таза көміртекті талшықтардан жасалынған автомобиль. Қаңқасы дюраллюминий 16д материалынан жасалынған. Негізгі корпусының салмағы 12 кг. Корпус 240 г/м³ тығыздығы бар көміртекті талшықты матаның негізі эпоксидті шайыр көмегімен жасалынған. Қабат саны 5 пен 7. Астыңғы қабаты 7 қабат етіп арнайы күшке төтеп беру үшін. 3D – көрінісі негізінен Fusion 360 және Solid Works бағдарламаларымен жасалынған.

Болид толықтай вакуумды инфузия әдісімен жасалынған. Содан кейін автоклав атты арнайы пеште 93⁰С градуста 8 сағат қатайған. Автоклав арнайы алдынала берілген қысым мен белгілі температураны ұстап тұруға арналған үлкен пеш.

Машинаның салмағы 2 есе кішірейді. Оның 60% корпусың жеңілдеуінің әсері. Салмағы 43кг жиналынған күйінде және 12 кг бөлек күйінде болды.



3.4- сурет – Тайбурыл автомобилінің 3D көрінісі



3.5 - сурет - Вакуумды инфузия әдісі



3.6 - сурет - Корпустың үстінгі бөлігі



3.7 - сурет - Дайын Тайбурыл автокөлігі

4 Экономикалық бөлім

Дипломдық жобаның бұл бөлімінде SURT жарыс машинасының шанағының өзіндік құны, есебі келтірілген.

4.1 - кесте - Корпустың жалпы бағасы

№	Атауы	Саны	Бағасы (теңге)	Жалпы құны (теңге)
1	Карбон талшықтары	60 м ²	4300	258000
2	Құрбандық мата	20 м ²	170	34000
3	Вакуумды пленка	20 м ²	160	3200
4	Өткізгіш сетка	20 м ²	270	5400
5	Эпоксидті шайыр	95 кг	90000	90000
6	Вакуумды түтік	200 м	135	27000
7	Спиральды түтік	200 м	35	7000
8	Герметикалайтын бұрау	200 м	54	10800
9	Қатырушы	3	10000	30000
10	Бөлгіш балауыз	2	2000	4000
11	Матрица	1	30000	30000
12	Жалпы суммасы :			499400

Атап айтатын болсақ, болидтің шанағы толығымен карбонан жасалған. Карбон болаттай қатты, алайда болаттан әлдеқайда жеңіл болып келеді, солай болидтің аз салмағы аэродинамикаға тікелей оң әсерін тигізеді. Яғни, карбон талшықтары эпоксидті шайырмен вакуумды инфузия әдісімен қатырылады. Барлық қатыру процесстерін SURT командасы өздері жасағандықтан қаражат жағынан арзан шықты. Экономикалық тұрғыда карбон және вакуумды инфузия процессіне қажетті заттар бағасы жағынан төмен болу үшін керек материалдарды SURT командасы басқа жақтан тапсырыс бойынша алдырды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Taiburyl Prototype 3.0 энерготіімді болиді SURT қойыған талаптардың барлығын орындап құрастырылды. Көміртекті талшықтардан жасалынған корпус бұрынғы шыны талшықтарынан жасалған корпуста қарағанда 2,5 есе жеңіл болып шықты (iSU – 30 кг, Taiburyl – 12 кг). Ал максимал жылдамдығы 45 киллометр сағатына дейін өсті. Эңгерго тиімділігі бірнеше есе өсті. Оның негізгі екі себебі көміртекті талшықтардан тұрғызылған аэродинамикалық корпустен жаңа GX 35 энерготіімді қозғалтқышының таңдалуы.

1 литрмен жүру арақашықтығы да артып шамамен 530 киллометрге дейін жетті. Жаңа болидтің жалпы салмағы 41 киллограмға жетіп, ал пилоттың экипировкадағы салмағы 53 кг болып, жалпылама салмағы 94 киллограмға тең болды. Салыстырсақ iSU Prototype 1.2 салмағы 90 киллограм болған. Көміртекті талшықтардан жасалынған корпус ерекше беріктігімен ерекшелінеді.

Қорытындылай келе Taiburyl Prototype 3.0-дың корпусы жеңіл және өте берік болып шықты. Беріктігі болаттан 40 1,4 есе ал салмағы 30% жеңіл болып шықты. Нәтижесінде автокөлік бір литр этанолмен 510 литр бір киллометрге өтетін болды.