

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛ-ЙЎЛЛАР ИНСТИТУТИ**

Қўл ёзма ҳуқуқида

УДК 625.08

ЯНГИБОЕВ ФАХРИДДИН ДУСМАМАТОВИЧ

**ТТЗ 80.10 трактор кузовини модификация қилишда Solid Edge ST ва ANSYS 12.1
дастурий комплексларидан фойдаланиш**

Магистр

академик даражасини олиш учун ёзилган

диссертация

5A310601-Ер усти транспорт воситалари ва тизимлари

Илмий раҳбар:

доц. Эшкабилов С.Л.

Тошкент-2014

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛ ВА ЙЎЛЛАР ИНСТИТУТИ

Факультет: Автомеханика

Магистратура талабаси: Янгибоев Ф.Д.

Кафедра: “ЙҚМ”

Илмий раҳбар: т.ф.н., доц.Эшкабилов С.Л.

Ўқув йили: 2012 – 2014

Мутахассислиги: 5A310601 – “ЕУТВ ва Т”

**“ТТЗ 80.10 трактори кузовини модификация қилишда Solid Edge 21 ва
ANSYS 12.1 дастур комплексларидан фойдаланиш” мавзусидаги
МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯСИ**

Мавзунинг долзарблиги

Мамлакатимизда фермерлик ҳаракатини ривожлантириш, уларни замонавий қишлоқ хўжалик техникаси билан таъминлашга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада “Тошкент трактор заводи” ОАЖ мамлакатимизнинг аграр тармоғига техника етказиб беришда ўз ўрнига эга. Ҳозирги кунда заводда тракторлар жумладан, ТТЗ 80.10 трактори ва 400 турдаги эҳтиёт қисм ҳамда истеъмол моллари ишлаб чиқарилмоқда.

Маҳсулотнинг рақобатбардошлигини таъминлаш мақсадида Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2007 йил 12 ноябрда “Ички тармоқ ва тармоқлараро саноат кооперациясини янада кучайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги фармони қабул қилинган.

Бундан ташқари

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2008 йил 4 апрелдаги **“Қишлоқ хўжалик машинасозлиги тармоғини янада ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида”**ги N ПК-830 қарори ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2008 йил 2 майдаги **"Тошкент трактор заводи"** очик акциядорлик жамиятининг ташкилий тузилмасини такомиллаштириш ва фаолиятини мақбуллаштириш чора-тадбирлари тўғрисидаги N 83 қарорининг иккинчи бандида куйидагилар белгилаб ўтилган:

Куйидагилар "Тошкент трактор заводи" очик акциядорлик жамиятини янада ривожлантиришнинг асосий вазифалари ва йўналишлари этиб белгилансин:

лойиҳалаштиришнинг замонавий компьютер технологияларини қўллаган ҳолда қишлоқ хўжалиги машинасозлиги соҳасида конструкторлик ишлари кўламини кенгайтириш, инновация фаолиятини амалга ошириш;

80, 100 ва 120 от кучига эга бўлган рақобатбардошли ғилдиракли тракторлар, тиркамалар, улар базасида турли модификациялардаги қишлоқ хўжалиги, транспорт, қурилиш ва коммунал хўжалиги машиналари, фермер хўжаликлари учун минитехникалар ишлаб чиқаришни ривожлантириш ҳамда истеъмол товарлари турларини кенгайтириш;

мамлакатимиздаги ва хорижий харидорларга маҳсулотлар сотиш тизимини такомиллаштириш;

асосий ишлаб чиқариш билан кооперациялашган ҳолда ишлаётган шўъба корхоналар фаолиятини ривожлантириш, бутловчи буюмлар ва эҳтиёт қисмлар ишлаб чиқариш бўйича тармоқлараро кооперацияни кенгайтириш;

қишлоқ хўжалиги техникасини сотиш ва уларга сервис хизмати кўрсатиш бўйича корхонанинг техника марказларини ривожлантириш.

Юқоридагиларни инобатга олиб ҳозирги кунда тракторлар кузовининг хавфсиз, ишончли, юқори қулайликларга эга бўлган янги модификациясини яратиш долзарб масалалардан бири бўлиб қолмоқда.

Ишнинг мақсади ва вазифалар

Solid Edge 21 ва ANSYS 12.1 дастур комплексларидан фойдаланган ҳолда ТТЗ 80.10 трактори кузовининг янги модификациясини компьютерда моделлаштириш методикасини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг вазифалари

- Трактор кузовларининг ва уларга қўйиладиган асосий талаблар ва давлат ва халқаро стандартлар таҳлили.
- Solid Edge 21 дастури орқали трактор кузовининг моделини яратиш.
- Яратилган моделни ANSYS 12.1 дастури ёрдамида олд, орқа ва ён томонларидан мустаҳкамликка синаш ишларини амалга ошириш.
- Компьютер асосида қилинган экспериментлардан олинган натижаларни таҳлил қилиш.
- Трактор кузовларини компьютер дастурлари асосида ҳисоблаш бўйича таклифлар ишлаб чиқиш.
- Тадқиқот натижалари бўйича иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти ва предмети

Тадқиқотнинг объекти:

ТТЗ 80.10 трактори

Тадқиқотнинг предмети:

Solid Edge 21 ва ANSYS 12.1 дастурий комплекслари орқали ТТЗ 80.10 трактор кузовининг модификациясини яратиш

Тадқиқотнинг услубияти ва усуллари

Тадқиқотнинг услубияти:

Физик моделлаш ва статистик маълумотларга асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий жиҳатдан янгилик даражаси

Трактор кузови каркасларини мустаҳкамликка синаш учун ҳақиқий эксперимент ўтказиш жуда кўп меҳнат, вақт ва моддий таъминот талаб қилади. Бу ишда компьютер дастурлари ёрдамида трактор кузовларини мустаҳкамликка синаш методикаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ва тадбиқи

Назарий ва синов натижаларига асосланиб, трактор кузовини мустаҳкамликка синаш бўйича таклифлар ишлаб чиқилди.

Иш тузилиши ва таркиби

Бажарилган ишнинг тузилиши кириш, уч бобдан иборат асосий қисм, умумий хулоса ва таклифлар ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. I бобда мавжуд трактор кузовларининг конструкциялари ўрганилган. II бобда трактор кузовини CAD/CAE тизимида моделлаштирилган. III бобда сонли экспериментлар ўтказилган ва уларнинг натижалари таҳлил қилинган.

Бажарилган ишнинг асосий натижалари

- Solid Edge 21 дастури орқали ТТЗ 80.10 трактори кузовининг уч ўлчовли модели яратилган.

- Яратилган компьютер моделнинг ANSYS 12.1 дастури орқали деформация ва нормал кучланиш бўйича синов натижалари олинган.

Хулоса ва таклифларнинг қисқача умумлаштирилган ифодаси

Трактори кузовини модификация қилиш ва унга қўйиладиган талаблар бўйича ўтказилган тадқиқот, техник адабиётлар ва интернет маълумотлари асосида ишнинг мақсади ва вазифалари аниқланган.

Solid Edge 21 ва ANSYS 12.1 дастурий комплекслари орқали трактор кузови каркасларининг уч ўлчовли моделини яратиш ва яратилган компьютер моделларида экспериментал синов ўтказиш, олинган маълумотларга ишлов бериш, таҳлил этиш ва таклифлар ишлаб чиқилган.

Илмий раҳбар

(имзо)

Магистратура талабаси

(имзо)

Ministry of Higher and Secondary Specialized Education of the Republic of
Uzbekistan

Tashkent Automobile and Roads Institute

Faculty: Automechanics

The Department: Road Construction Machines

Academic years: 2012-2014

Master student: Yangiboyev F.D.

Scientific advisor: Assoc. prof. Eshkabilov S., Ph D.

Major: 5A310601-Land transport means and its system

the abstract of Master's dissertation

The theme of dissertation is “Design of TTZ 80.10 tractor body by using computer modeling packages Solid Edge 21 and ANSYS 12.1”

Importance of the research:

Our country pays attention great attention to farming development and to design modern agricultural machines. Tashkent Tractor Plant in the Republic produces agricultural machines. At the present time the plant produces tractors of model type TTZ 80.10 and 400 types of spare parts for them. In November 12, 2007, Presidential Decree on “Development and on hatchment of internal cooperation of national industrial sectors” was adopted, in April 4, 2008 another Presidential Decree” To make reconstruction in agricultural machine building sphere N PK-830. Additional Decree of the Cabinet of Ministry of Uzbekistan dated May 2, 2008 “To improve organizational system and operational capacity of Tashkent Tractor Plant” was adopted.

Decree, article 2 defines the following:

To setup the following tasks to develop Tashkent Tractor Plant:

-modern computer technology developing new need to be applied in designing agricultural processes and machines, to enhance designer's works in below enlisted spheres to implement innovation activities.

-To develop production of 80, 100, 120 horsepower tractors, trailers, agricultural machines of different modifications for farmers and also, for customers dealing with production of different kinds of products;

- to improve the system of marketing services for internal and external customers;

- to develop the activity of branches, to extend the production of spare parts and aggregates between head and branch producers

- to develop the service centers and dealer offices of agricultural machines.

Taking into consideration below mentioned factors, it's very important and highly actual task to make the tractors body safe, reliable, highly comfortable and design new modifications. Based on the above enlisted tasks defined by government decrees, this work has some important value.

Aim of this research:

To develop methodology of computer modeling the body of TTZ 80.10 tractor by using software packages Solid Edge 21 and ANSYS 12.1

Tasks of the research:

- to analyze the main requirements to tractor body according to national and international standards .

- to design the tractor body by using software package Solid Edge 21

- to perform numerical simulations of designed computer models to study passive behind and side of the tractor body by using ANSYS 12.1.

- to analyze computer simulation results.
- to develop proposals on modeling tractor bodies for production.
- to calculate economic efficiency indicators of the research results.

Research object and subject:

The study object is TTZ80.10 tractor body.

The study subject is to design modified body of TTZ 80.10 tractor using computer software packages Solid Edge 21 and ANSYS 12.1.

Method and methodology of this research:

The method of the research is:

Based on physical modeling, computer simulation models and numerical solutions.

The novelty of this research:

- Computer modeling methodology of tractor body frame is developed.
- For passive safety, computer simulation method using ANSYS 12.1 is developed.

The practical meaning and production of the research results:

Based on results of theoretical and experimental results of this research practical recommendations are prepared.

Content of the dissertation:

The dissertation consists of introduction, three chapters of a main part, general recommendation, a list of literature sources.

In the first chapter, analyzed tractor body designs are given.

In the second chapter CAD/CAE system tractor body modeling methodology is described.

In the third chapter, analyses of computer simulation test results are given.

The main results of the work

- Designed 3D model of the TTZ 80.10 tractor body using Solid Edge 21 program.
- Obtained computer simulation test results of designed tractor body using ANSYS 12.1.

The brief information of general proposal and results:

- defined the tasks and aim of the research works based on internet information, technical literature and studied various modifications of tractor body, technical requirements.
- 3D model of tractor body is developed using software packages Solid Edge 21 and ANSYS 12.1 and computer simulation tests are performed from that obtained analyses and prepared recommendations on have to improve passive safety of tractor body.

Scientific advisor:

Master student:

Мундарижа

Кириш	10
I боб. Трактор кузовларининг конструкциясини ўрганиш	16
1.1. Тракторлар кузови ва уларнинг турлари.....	16
1.2. Кўп устунли ҳимояловчи каркаслар.....	19
1.3. Ҳимояловчи кабиналар.....	21
1.4. Кабиналарнинг технологик тайёрланиши.....	29
1.5. Ҳимояловчи кабиналар ва каркаслар узелларининг конструктив ечимлари.....	33
1.6. Трактор кабиналарини ҳисоблаш.....	46
1.6.1. Трактор ағдарилишида операторни ҳимоя қилиш бўйича талаблар.....	46
1.6.2. Кабиналарнинг статик мустаҳкамлигини ҳисоблаш.....	49
1.6.3. Ҳимояловчи кабиналар ва қурилмаларни ҳисоблаш усулларининг таҳлили.....	50
I боб бўйича хулосалар.....	56
II боб. трактор кузовини CAD/CAE тизимида моделлаштириш	57
2.1. ТТЗ 80.10 трактор кузовини Solid Edge 21 дастурий комплексида моделлаштириш.....	57
2.2. Трактор кузовини мустаҳкамликка текшириш учун чекли элементлар усулини ANSYS 12.1 дастури орқали қўллаш методикаси	70
II боб бўйича хулосалар.....	83
III боб. сонли экспериментлар ва уларнинг таҳлили	84
3.1. Трактор кузовида қўлланиладиган балкалар учун оптимал кесим юзасини топиш учун солиштирма таҳлиллар.....	84
3.1.1. Турли кесим юзали балкаларни аналитик ҳисоблаш.....	84
3.1.2. ANSYS дастурида турли кесим юзали балкаларни ҳисоблаш....	88
3.2. Трактор кузовининг уч ўлчовли моделини статикада мустаҳкамликка текшириш.....	92
III боб бўйича хулосалар.....	97
Умумий хулоса ва таклифлар.....	99
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	100

Кириш

Мамлакатимизда фермерлик ҳаракатини ривожлантириш, уларни замонавий қишлоқ хўжалик техникаси билан таъминлашга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада “Тошкент трактор заводи” ОАЖ мамлакатимизнинг аграр тармоғига техника етказиб беришда ўз ўрнига эга. Ҳозирги кунда заводда тракторлар жумладан, ТТЗ 80.10 трактори ва 400 турдаги эҳтиёт қисм ҳамда истеъмол моллари ишлаб чиқарилмоқда.

Маҳсулотнинг рақобатбардошлигини таъминлаш мақсадида Ўзбекистон Республикаси президентининг 2007 йил 12 ноябрда “Ички тармоқ ва тармоқлараро саноат кооперациясини янада кучайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги фармони қабул қилинган ва бунга кўра корхонада замон талаблари асосида қайта жиҳозлаш ишлари давом этмоқда.

Биз юртимизнинг эртанги ривожини йўлида қандай чуқур ўйланган дастурларни тузмайлик, бу режаларни бажариш учун қандай моддий база ва имкониятларни яратмайлик, бунинг учун қанча кўп сармоя сафарбар этмайлик, уларнинг барчасини амалга оширадиган, рўёбга чиқарадиган қудратли бир омил борки, у ҳам бўлса, юқори малакали ишчи кучи ва юртимизнинг эртанги куни, тараққиёти учун маъсулятини ўз зиммасига олишга қодир бўлган етук мутахассис ёшларимиздир. Шунингдек, ўқув жараёнига янги ахборот ва педагогик технологияларини кенг жорий этиш, болаларимизни қомил инсонлар этиб тарбиялашда жонбозлик кўрсатадиган ўқитувчи ва домлаларга эътиборимизни янада ошириш, қисқача айтганда, таълим-тарбия тизимини сифат жиҳатидан бутунлай янги босқичга кўтариш диққатимиз марказида бўлиши даркор. Таълим соҳасида замонавий ахборот ва компьютер технологиялари, интернет тизими, рақамли ва кенг форматли телекоммуникацияларнинг замонавий усуллари ўзлаштириш, бугунги тараққиёт даражасини белгилаб берадиган бундай илғор ютуқлар нафақат

мактаб, лицей ва коллежлар, олий ўқув юртларига, балки ҳар қайси оила ҳаётида кенг кириб бориши учун замин туғдиришнинг аҳамиятини чуқур англаб олишимиз лозим. Олий ўқув юртларида янги стандартларни ишлаб чиқиш ва тасдиқлаш, ҳамда янгиланган давлат таълим стандартларига мувофиқ янги авлод дарсликлар, ўқув қўлланмалар, электрон дарсликлар ва электрон ўқув қўлланмалар нашр этиш [3].

Президент И.А.Каримовнинг мамлакатимизни 2013-йилда **ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2014-йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузасида** 2014-йилга мўлжалланган кенг қўламли дастурий мақсад ва вазифалар ислохотларимизни янада чуқурлаштириш, мамлакатимизнинг иқтисодий ривожланиши йўлида ғов бўлиб турган муаммоларни ечиш учун бор куч ва имкониятларимизни сафарбар этишни талаб қилиши, бу ўринда сўз, биринчи навбатда, мамлакатимизда том маънодаги рақобат муҳитини шакллантириш ҳақида бормоқдалигини айтиб ўтган. Маълумки, бундай муҳит ишлаб чиқаришни техник ва технологик янгिलाш ва модернизация қилиш, жаҳон бозорларига чиқиш йўлида ҳал қилувчи омил бўлиб хизмат қилади [2].

Шу билан бирга, бугунги кунда 140 дан ортиқ корхона зарар кўриб ишламоқда. Уларнинг 67 таси йирик корхоналар бўлиб, 10 таси саноат соҳасига, жумладан, қишлоқ хўжалиги машинасозлигига тегишли бўлган Тошкент трактор заводи очик аксиядорлик жамияти оғир молиявий аҳволга тушиб қолган.

Вазирлар Маҳкамаси Иқтисодиёт вазирлиги, Молия вазирлиги, манфаатдор тузилмаларни жалб этган ҳолда 3 ойлик муддатда юқорида кўрсатиб ўтилган корхоналар бўйича уларни молиявий инқироздан ва банкротликдан чиқариш

бўйича “йўл харитаси” деб аталадиган дастурларни ишлаб чиқсин ва тасдиқласин.

Бундай чора-тадбирларни қўллаш фойдасиз бўлган корхоналарни эса нол қиймати бўйича хусусий жисмоний шахсларга сотиш масаласи кўриб чиқилсин деб таъкидлаган.

И.А.Каримовнинг “Жаҳон молиявий-иқтисодий инқироzi, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари” (Тошкент-“Ўзбекистан”,2009.) рисоласида ҳамда унинг Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси қонунчилик палатаси ва Сенатининг 2010 йил 27 январда бўлиб ўтган қўшма мажлисидаги “Мамлакатимизни модернизация қилиш ва кучли фуқоролик жамияти барпо этиш – устувор мақсадимиздир” ва 2009 йилнинг асосий яқунлари ва 2010 йилда Ўзбекистонни ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг 2010 йил 29 январда бўлиб ўтган мажлисидаги “Асосий вазифамиз – Ватанимиз тараққиёти ва халқимиз фаровонлигини янада юксалтиришдир” маърузаларида бу фикрлар тўлиқ ўз аксини топган.

Мавзунинг долзарблиги

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2008 йил 4 апрелдаги **“Қишлоқ хўжалик машинасозлиги тармоғини янада ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида”**ги N ПК-830 қарори ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2008 йил 2 майдаги **"Тошкент трактор заводи"** очик **акциядорлик жамиятининг ташкилий тузилмасини такомиллаштириш ва фаолиятини мақбуллаштириш чора-тадбирлари тўғрисидаги** N 83 қарорининг иккинчи бандида қуйидагилар белгилаб ўтилган:

Қуйидагилар "Тошкент трактор заводи" очик акциядорлик жамиятини янада ривожлантиришнинг асосий вазифалари ва йўналишлари этиб белгилансин:

лойиҳалаштиришнинг замонавий компьютер технологияларини қўллаган ҳолда қишлоқ хўжалиги машинасозлиги соҳасида конструкторлик ишлари кўламини кенгайтириш, инновация фаолиятини амалга ошириш;

80, 100 ва 120 от кучига эга бўлган рақобатбардошли филдиракли тракторлар, тиркамалар, улар базасида турли модификациялардаги қишлоқ хўжалиги, транспорт, қурилиш ва коммунал хўжалиги машиналари, фермер хўжаликлари учун минитехникалар ишлаб чиқаришни ривожлантириш ҳамда истеъмол товарлари турларини кенгайтириш;

мамлакатимиздаги ва хорижий харидорларга маҳсулотлар сотиш тизимини такомиллаштириш;

асосий ишлаб чиқариш билан кооперациялашган ҳолда ишлаётган шўъба корхоналар фаолиятини ривожлантириш, бутловчи буюмлар ва эҳтиёт қисмлар ишлаб чиқариш бўйича тармоқлараро кооперацияни кенгайтириш;

қишлоқ хўжалиги техникасини сотиш ва уларга сервис хизмати кўрсатиш бўйича корхонанинг техника марказларини ривожлантириш.

Юқоридагиларни инобатга олиб ҳозирги кунда тракторлар кузовининг хавфсиз, ишончли, юқори қулайликларга эга бўлган янги модификациясини яратиш долзарб масалалардан бири бўлиб қолмоқда.

Ишнинг мақсади ва вазифалар

Solid Edge 21 ва ANSYS 12.1 дастур комплексларидан фойдаланган ҳолда ТТЗ 80.10 трактори кузовининг янги модификациясини компьютерда моделлаштириш методикасини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг вазифалари

- Трактор кузовларининг ва уларга қўйиладиган асосий талаблар ва давлат ва халқаро стандартлар таҳлили.
- Solid Edge 21 дастури орқали трактор кузовининг моделини яратиш.
- Яратилган моделни ANSYS 12.1 дастури ёрдамида олд, орқа ва ён томонларидан мустаҳкамликка синаш ишларини амалга ошириш.
- Компьютер асосида қилинган экспериментлардан олинган натижаларни таҳлил қилиш.
- Трактор кузовларини компьютер дастурлари асосида ҳисоблаш бўйича таклифлар ишлаб чиқиш.
- Тадқиқот натижалари бўйича иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти ва предмети

Тадқиқотнинг объекти:

ТТЗ 80.10 трактори

Тадқиқотнинг предмети:

Solid Edge 21 ва ANSYS 12.1 дастурий комплекслари орқали ТТЗ 80.10 трактор кузовининг модификациясини яратиш

Тадқиқотнинг услубияти ва усуллари

Тадқиқотнинг услубияти:

Физик моделлаш ва статистик маълумотларга асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий жиҳатдан янгилик даражаси

Трактор кузови каркасларини мустаҳкамликка синаш учун ҳақиқий эксперимент ўтказиш жуда кўп меҳнат, вақт ва моддий таъминот талаб қилади. Бу ишда компьютер дастурлари ёрдамида трактор кузовларини мустаҳкамликка синаш методикаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ва тадбиқи

Назарий ва синов натижаларига асосланиб, трактор кузовини мустаҳкамликка синаш бўйича таклифлар ишлаб чиқилди.

Иш тузилиши ва таркиби

Бажарилган ишнинг тузилиши кириш, уч бобдан иборат асосий қисм, умумий хулоса ва таклифлар ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. I бобда мавжуд трактор кузовларининг конструкциялари ўрганилган. II бобда трактор кузовини CAD/CAE тизимида моделлаштирилган. III бобда сонли экспериментлар ўтказилган ва уларнинг натижалари таҳлил қилинган.

Бажарилган ишнинг асосий натижалари

- Solid Edge 21 дастури орқали ТТЗ 80.10 трактори кузовининг уч ўлчовли модели яратилган.

- Яратилган компьютер моделнинг ANSYS 12.1 дастури орқали деформация ва нормал кучланиш бўйича синов натижалари олинган.

I боб. Трактор кузовларининг конструкциясини ўрганиш

1.1 Тракторлар кузови ва уларнинг турлари

Машиналарни эксплуатация қилишга хос бўлган авариявий ҳолатларнинг тури кўп жиҳатдан ҳимояловчи конструкциянинг конструктив ясалишини, уни синаш усулини аниқлайди. Масалан, классик компоновкали ғилдиракли қишлоқ хўжалик тракторлари учун ёнига, олдинга ва орқага ағдарилиш ҳолатлари хосдир, шу билан бирга, трактор ағдарилганда бир неча марта айланиб кетиши мумкин. Бундан трактор ағдарилганда ва кабина грунтга ён томондаги, олдинги ёки орқа қирраси билан урилганда ва томи билан ағдарилганда операторни эҳтиёт қилиш учун ҳимояловчи конструкцияга ва унинг конструктив шаклига қўйиладиган талаблар келиб чиқади.

Шунингдек, синаш усули шу турдаги машинанинг ҳимояловчи кабинасини стенда муайян кетма кетликда (ёнидан, орқадан, олдиндан ва тепадан) юклашга ўхшайди.

Саноат тракторлари учун ёнига ағдарилиш томи билан ағдарилиш, карьерларда ва конларда ишлаганда кабинанинг томига тошлар келиб тушиш ҳолатлари хосдир. Шу сабабли кабинанинг конструкциясига мустаҳкам ён устунлар қўшиш ва томни юпқа панжарали рама кўринишида ёки қалин пўлат листдан яшаш зарурияти туғилади. Лаборатория синовлари усулида трактор массасининг берилган қийматига кўра кабина ён деворининг тепасига ва томига горизантал ва вертикал статик юкламалар тушириш шунингдек, стандарт юкни муайян баландликдан кабинанинг томига ташлаш кўзда тутилади.

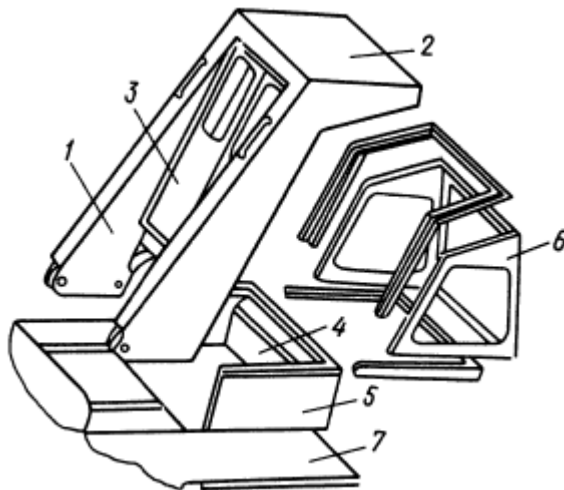
Ўрмонларда ишлайдиган ўрмаловчи занжирли тракторларга хос бўлган авариявий ҳолатларда кабинага ёки двигател капотига дарахтлар, кабина томига эса шох-шаббалар ағдарилиб тушади. Шунинг учун бундай машиналар учун ҳам кабинани, ҳам мотор бўлмасини шикастланишлардан ҳимоялаш кўзда

тутилади. Шунингдек, қишлоқ хўжалик тракторларига қараганда, кабинанинг томи янада мустаҳкам бўлиши керак.

Биобарин, каркаслар ва кабиналар, алоҳида узеллар ва ҳимояловчи қурилмаларнинг деталлари каркаслар ва кабиналарни трактор қобирғаси (каркаслари)га маҳкамламалар шунингдек, динамик юкламаларни демпферловчи қурилмаларнинг хилма-хил конструктив схемалари мавжуд. Шунга қарамай ҳимояловчи каркасларнинг барча принципиал схемалари конструктив шаклларга ва вертикал куч элементларининг сонига кўра таснифланади. Кўриб чиқилган ҳимояловчи қурилмаларни икки турга ажратиш мумкин: икки ёки кўп устунли (тўрт, олти устунли) каркаслар, улар кабинага бетартиб ёки контур бўйича ўрнатилади. Кабиналар технологик бажарилиши (ясалиши)га кўра штампланган, каркасли ва аралаш турларга тавсифланади.

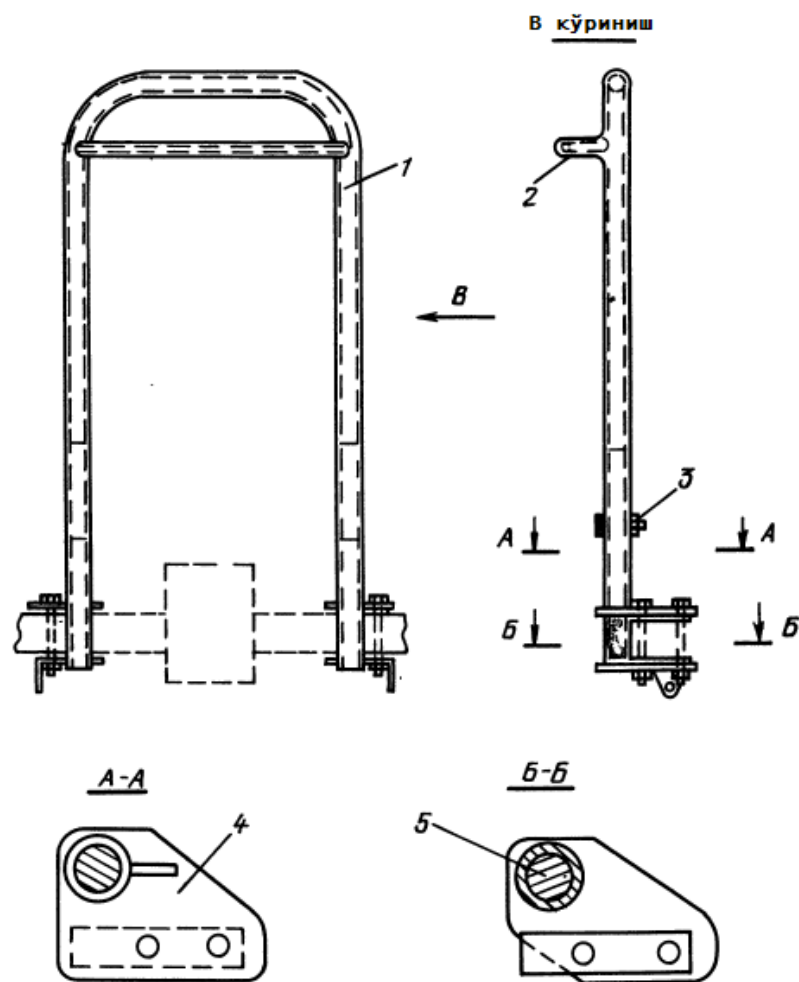
Икки устунли ҳимояловчи каркаслар профилининг шакли, вертикал устунларнинг қиялиги, устунларни трактор қобирғасига маҳкамламаларининг конструкциялари, вертикал устунларнинг узунлиги бўйлаб кесими (ўзгармас ёки ўзгарувчан) билан фарқланади. Аммо икки устунли каркасларнинг принципиал схемалари саноат ва қишлоқ хўжалик тракторлари учун бир хил. Саноат тракторлари операторларини келиб тушадиган предметлардан ҳимоялаш учун вертикал устунларда-(1.1.1-рasm) ҳимояловчи консол том-2 ўрнатилган. Саноат тракторларида ҳимояловчи каркас устуни одатда рамага маҳкамланади [8].

**1.1.1-рasm. Трактор кабиналарининг
ҳимояловчи конструкцияси**



Операторнинг хавфсизлигини таъминлаш учун, уни ҳимоялаш талабларини ҳисобга олиб, тракторларда бошнинг тепасида жойлашган, арка туридаги оддий ҳимояловчи конструкциялар ўрнатила бошланган. Ҳимояловчи арканинг оддий конструкцияси стандарт профилдан ясалган иккита вертикал устун ва юқоридан қотирилган балкадан иборат. Қишлоқ хўжалик тракторларида вертикал устунлар, кўпинча, тракторнинг орқа яримўқларига маҳкамланади.

Ҳимояловчи арканинг оддий конструкцияси намуналаридан бирига Буюк Британия патентида баён қилинган (№ 15.52.913 В7В) конструкция мисол бўлади (1.1.2-расм). Ҳимояловчи арка доира профилли қувурдан ясалган U шаклидаги ёйдан иборат. Унинг пастки учларига доира шаклидаги штирлар-2 киритилган. Уларнинг ташқи диаметрлари қувурнинг ички диаметрига тенг.



1.1.2-расм. Арка туридаги кабинанинг ҳимояловчи конструкцияси

Ёй штирларга болтлар-3 билан маҳкамланган. Ўрнатувчи штирлар-2 иккита параллел пластиналар-4га пайвандланган, улар эса, ўз навбатида болтлар билан яримўқларга маҳкамланган. U шаклидаги ёйнинг юқори қисмида бироз кичик диаметрли қувурдан ясалган горизонтал скоба пайвандланган, у трактор орқага аҳдарилганда зарбали юкламаларни қабул қилади.

1.2. Кўп устунли ҳимояловчи каркаслар

Юқорида кўриб чиқилган икки устунли ҳимояловчи каркаслар трактор асосан ёнига ва орқага ағдарилганда (ҳаракатланиш тезлиги кичик бўлганда) операторнинг хавфсизлигини таъминлайди, лекин трактор етарлича юқори тезликда ҳаракатланишда ағдарилганда хавфсизлик самараси кам бўлади.

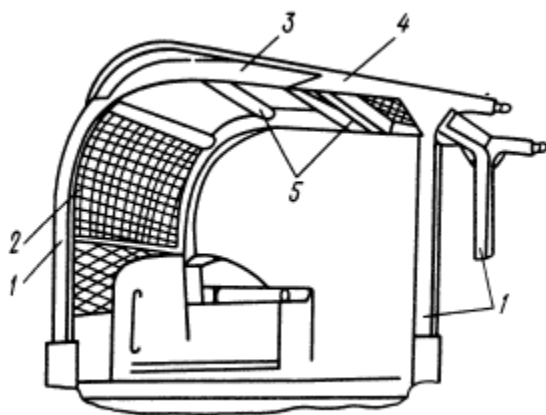
Ҳимояловчи воситаларнинг кейинги ривожланиши трактор ҳар қандай ағдарилган ҳолатларда операторнинг хавфсизлигини таъминлайдиган кўп устунли каркасларни яратиш билан боғлиқ.

Ҳам қишлоқ хўжалик тракторларида, ҳам саноат тракторларида қўлланадиган ҳимояловчи каркаслар тўрт ёки олти устунлилиги билан фарқланади (1.2.1., 1.2.2-расм). Бунда каркасларнинг конструктив шакллари ҳар хил бўлганда уларнинг принципиал схемалари бир хил бўлади деб ҳисоблаш мумкин.

Кўп устунли ҳимояловчи каркасларнинг асосий кўтариб турувчи элементлари тўғри бурчак ёки доира кесимли стандарт профилли прокатдан ясалади. Каркаслар тракторнинг рамасига ва ғилдиракли тракторнинг яримўқларига маҳкамланади.

1.2.1-расмда тўртта вертикал устунли 1 ҳимояловчи каркас кўрсатилган. Устунлар тепада кўндаланг ва бўйлама балкалар 5 ва 4 билан уланган. Улар стандарт тўғрибурчак профилдан ясалган. Каркаснинг тепасига том 3 ўрнатилган, у операторни келиб тушадиган предметлардан ҳимоя қилади. Операторнинг иш жойи олдиндан ва ён томондан металл тўр 2 билан тўсилган. Кўп устунли каркасларнинг афзаллиги, ҳажмли ҳимояловчи рамали конструкцияларни яратиш имконидир.

Каркас доира профилдан ясаиб оператор майдончасининг икки ёнига ўрнатилган иккита ёпиқ рама кўринишида бўлиши мумкин. Рамалар ўзаро тўсинлар ва бир-бири билан мотор бўлмасини ҳимояловчи бўйлама балкалар орқали уланган бўлиб, катта зарбали юкламаларни қабул қила оладиган ёпиқ бикир фазовий конструкцияни ҳосил қилади.



**1.2.1-расм. Саноат тракторининг
тўрт устунли химояловчи
каркаси.**



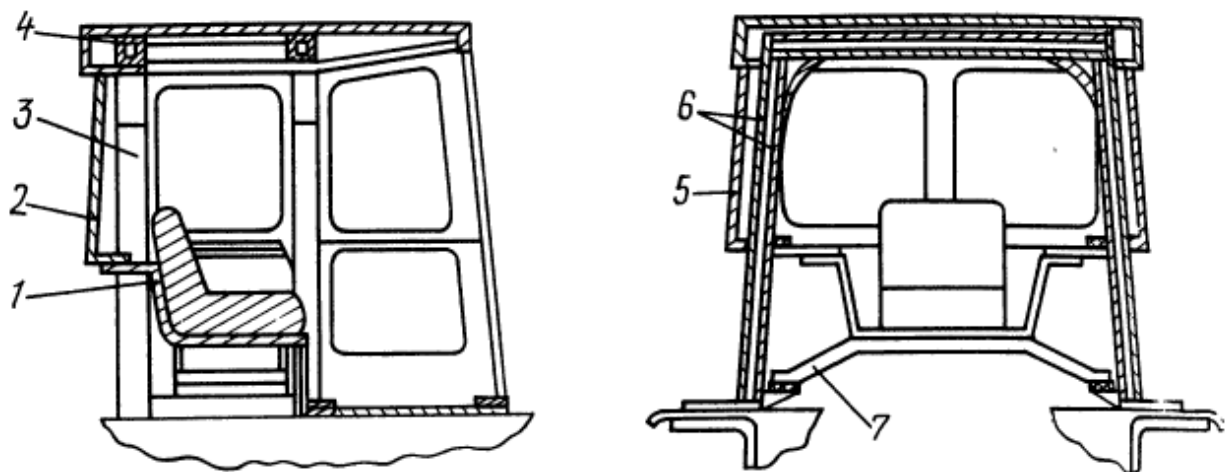
**1.2.2-расм. Олти устунли
химояловчи каркас.**

1.2.2-расмда тавсифланган ва тўғрибурчак профилдан ясалган каркас олти устунли химояловчи каркасга мисол бўла олади. Унинг олдинги ва орқадаги устунлари тик чизиқ (вертикал)га бурчак билан жойлашади. Каркасининг олти устунли конструкцияси кичик кесимли стандарт профилни қўллаш имконини беради, бу металл конструкциянинг умумий массасини камайтиради.

1.3. Химояловчи кабиналар

Операторнинг меҳнат шароитларига талабларнинг ортиши сабабли тракторларни нафақат каркаслар, балки ҳимояловчи кабиналар билан ҳам жиҳозлаш зарурияти юзага келади.

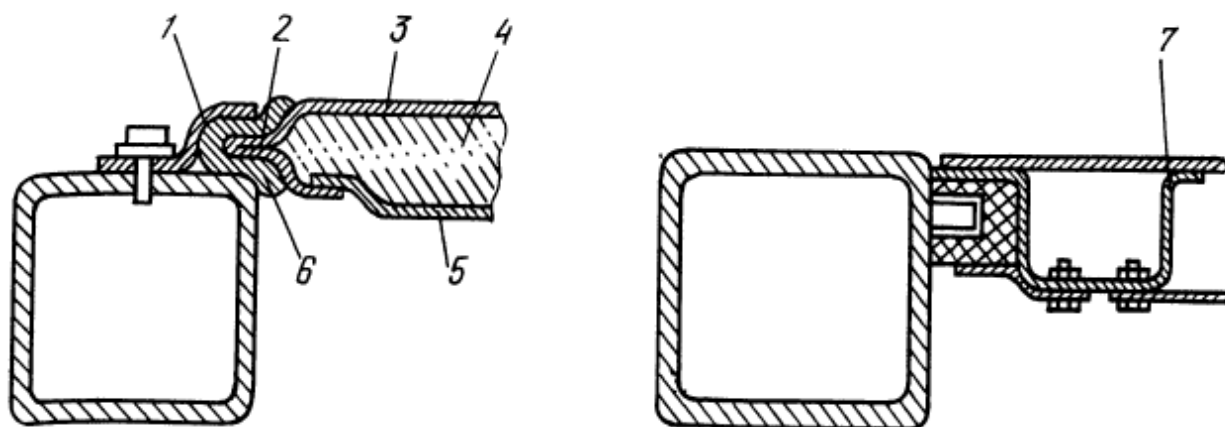
Ҳимояловчи каркасни қайта жиҳозлаб, ҳимояловчи кабина ҳолатига келтириш мумкин. Бунда ҳимояловчи каркас унга маҳкамланадиган панеллар учун кўтариб турувчи элемент вазифасини бажариш мумкин. Бундай кабинанинг конструкцияси 1.3.1-расмда кўрсатилган. Тўрт устунли каркасга 3 битта узелга йиғилган том 4, ён 5 ва орқа 2 панеллар осиб қўйилган. Каркас элементлари билан осиб қўйиладиган панеллар орасида эластик қистирмалар 6 жойлашган. Пастки чеккалари ичкарига қайрилган ён ва орқа панелларга оператор платформаси 1 уланган. Бу платформа пастдан рессор остидаги рама 7 га таяниб туради [8].



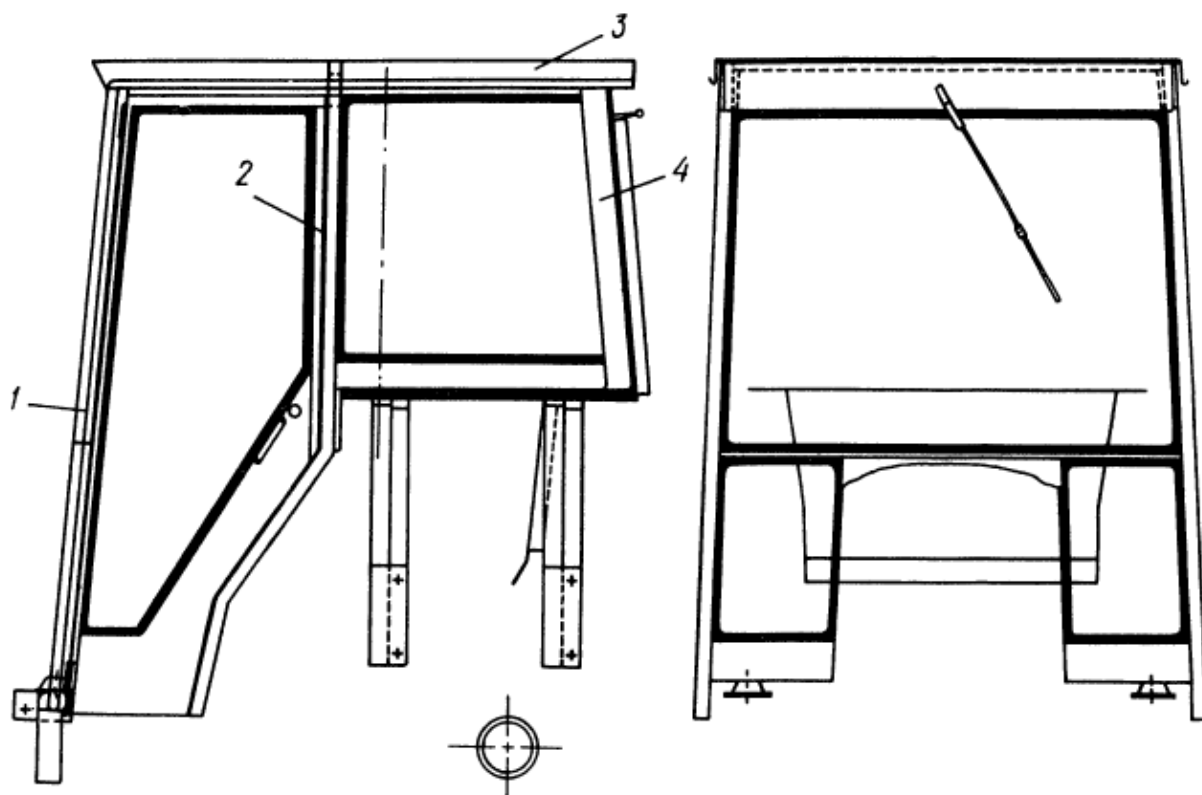
1.3.1-расм. Кўтариб турувчи каркасли ҳимояловчи кабина

Кабинанинг панелларини каркасининг устунларига турли усуллар билан маҳкамлаш мумкин (масалан, устқўйма планкалар ёрдамида). (1.3.2-расм). Одатда, панел металл қоплама 3, шовқиндан ҳимоялайдиган 4 ва қоплама 5 материаллардан иборат. Панелни, гиратрофидаги чиқиғи 2 билан каркас

устунларига қўйиб, планка 1 ёрдамида қисиб қўйилади. Чиқик билан планка орасига панелни каркадан изоляция қилувчи эластик қистирмалар-6 жойланади. Каркадан эластик қистирмалар билан ажратилган полнинг панели симлар ёки шлангларни ётқизиш учун таянч вазифасини ўтайди. Ажраладиган пластина-7 панелнинг каркасга нисбатан сурилиб кетишига йўл қўймайди.



1.3.2-расм. Кабинанинг ажраладиган панелларини томнинг элементларига маҳкамлаш



1.3.3-расм. Рено 751 трактори кабинаси

Олти устунли кабинага Рено 751 тракторининг ҳимояловчи кабинаси мисол бўла олади. Икки эшикли кабина олдинда иккита амартизаторга ўрнатилган, орқада-резина қистирмалар орқали орқа ғилдиракларнинг капотларига маҳкамланган. Ҳимояловчи каркас иккита вертикал устунлардан иборат: олдинда, марказда ва орқада иккитадан.

Олдинги иккита устун 1 нинг (1.3.3-расм) кесимида иккита профилни пайвандлаб ҳосил қилинган трапеция бор. Профиллар стандарт ва штамплаб ёки букуб ясалган бўлиши мумкин. Ўртадаги устунлар 2 нинг кесими иккита тоғарасимон профиллардан ҳосил қилинган тўғри бурчакдан иборат. Орқадаги устунлар 4 нинг кесими листдан букуб ясалган тўғри бурчак кўринишига эга.

Устунлар тепада бўйлама боғловчилар 3 билан уланган. Панеллар ва кабинанинг томи пўлат листдан букиб ясалган.

Баъзи ҳолатларда икки устунли консол каркасни ҳам ҳимояловчи кабина ҳолига келтириш мумкин. Бунинг учун устунлар 1 орасидаги бўшлиққа эшикли панел 3 ўрнатилади. Олдинда трактор рамасига устунларга тақаб тўсикли 5 оператор майдончаси маҳкамланади. Устунларга ва тўсикка ён ва олд ойналари бўлган олдинги панел 6 уланади. Кабинанинг ҳамма ажраладиган қисмлари машинанинг рамаси ва каркас устунларидан эластик қистирмалар 7 билан изоляция қилинади.

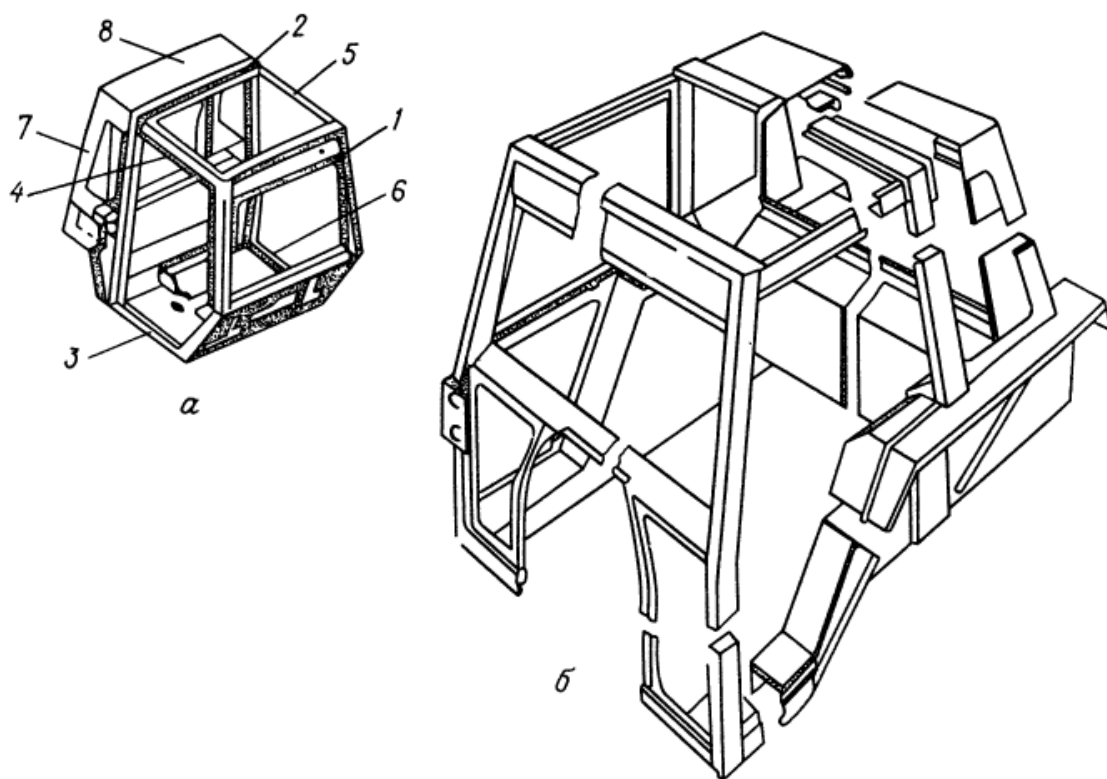
Каркас ва кабина алоҳида узеллар кўринишида ясалган ва бир-биридан мустақил фойдаланиладиган ҳимояловчи кабиналар конструкциялари хорижда кўп қўлланади. Бунда бундай конструкцияларнинг ривожланишида иккита йўналиши кузатилади: биринчиси-каркас ҳимояловчи ва юк кўтарувчи қурилма вазифасини бажаради; иккинчиси-фақат ҳимоялаш вазифасини бажаради. Биринчи ҳолатда кабина бикр ёки амортизаторлар орқали каркас билан уланган (асоан, қишлоқ хўжалиги машаналарида), иккинчи ҳолатда-каркас билан бевосита боғланмаган. Одатда, каркас кабинанинг шаклини такрорлайди, ўлчамлари эса биров катта бўлади (асосан саноат тракторларида).

Конструкциялар ривожланишининг биринчи йўналишига Кейс 2470 трактори кабинасининг шакли мисол бўла олади. Бу ҳолда ҳимояловчи каркас кабина конструкциясининг таркибий қисми бўлиб, тўғри бурчак кесимли букилган профилдан ясалган олдинги 1 (1.3.4 а-расм) ва орқадаги икки бикр белбоғдан иборат бўлади. Белбоғлар ёпиқ каркасни ҳосил қилган бўйлама боғловчилар 3, 4, 5 ва 6 билан уланган. Каркасга профили прокат ва тепасида кашаги 8 бор, биқин 7 дан йиғиб тайрланган олд панел маҳкамланган. Ён деворлар ва юқоридаги кашаг қалинлиги 2,5 мм ли листли прокатдан ясалган. Пастдаги боғловчилар 3 ва 6 га қалинлиги 5 мм ли пўлат пол пайвандланган [8].

Кабина ягона йиғма бирликдан иборат бўлиб, эластик элементлар орқали тракторга ўрнатиш ва ундан бутунлай ечиб олиш мумкин. Кабинада иккита

эшик кўзда тутилган. Кўринишни яхшилаш мақсадида олдинги ойнанинг пастки чеккаси операторга яқинлаштирилган.

Кейс 1370 тракторининг кабинаси (1.3.4 б-расм) Кейс 2470 трактори кабинасидан умуман олганда, фарқ қилмайди. Унинг конструкциясига ҳам олдинги ва орқа белбоғлар қўйилган. Профилли ва листли прокатнинг шакли ва ўлчамлари Кейс 2470 тракториникига ўхшайди. Конструктив фарқлари қуйдагилар: кабинанинг таги (ости) бўйлаб олдинги ва орқа белбоғлар орасида бикир боғланиш йўқ; кабинанинг чап томонида битта эшик, ўнг томонида очиладиган люк ва орқа ғилдираклар ўрни бор; пол кабинанинг таги (ости) бўйлаб болтлар ёрдамида эмас, пайвандлаб уланган.

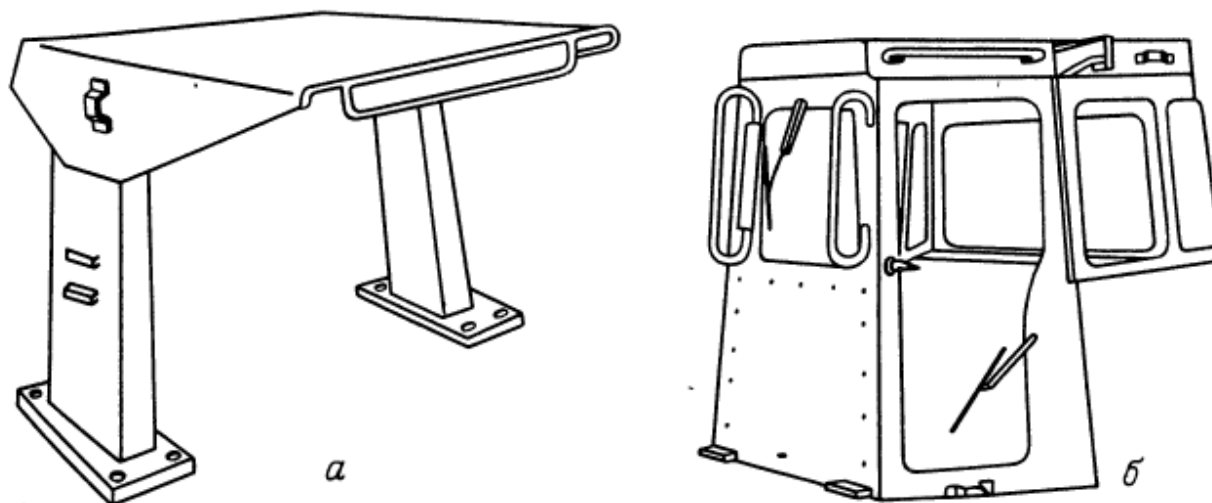


1.3.4-расм. Тракторланинг кабиналари: а-Кейс 2470, б-Кейс 1370

“Фиат Аллис” фирмаси қувватли бульдозерларининг ҳимояловчи кабиналари учун ҳам худду шундай схема қабул қилинган.

Каркас фақат ҳимоялаш вазифасини бажарган иккинчи йўналишга “Катерпиллер” фирмасининг Д8Л, Д9Л ва Д10 таркторларидаги кабина ва ҳимояловчи қурилма мисол бўлади (1.3.5-расм). Кабина тўғри бурчак стандарт профилдан ясалган каркасдан иборат. Каркас олтига устундан ташкил топган, уларнинг тепадаги учлари том билан пайвандлаб уланган. Пастки учлар болтлар билан операторнинг платформасига маҳкамланади. Улар монолит конструкцияни ҳосил қилади. Объектни кузатиш учун кўринишни яхшилаш мақсадида кабинанинг олдинги қисми трапеция шаклига эга.

Кабина операторни атроф муҳитнинг ноқулай омилларидан ҳимоя қилишга мўлжалланган. Трактор ағдарилиб кетганда операторни ҳимоялаш учун эса тўғри бурчак кесимли профилдан ясалган П шаклидаги ажратувчи каркас ўрнатилади. Тракторни транспортда ташиганда бу каркас кабина билан бирга ечиб олинади.

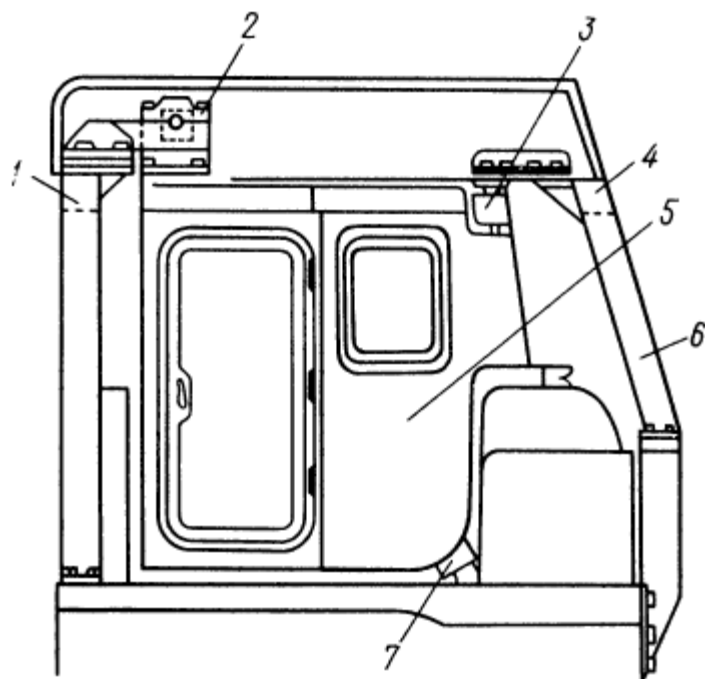


1.3.5-расм. “Катерпиллер” фирмаси Д10 тракторининг ҳимояловчи қурилмаси: а-каркас, б-кабина

П шаклидаги каркаснинг пастки учлари қўшимча устунлар орқали трактор рамасига маҳкамланади. Келиб тушадиган предметлардан ҳимояловчи қурилма П шаклидаги брусга маҳкамланади. У ҳам ажралади.

“Комацу” фирмаси оғир булдозерларининг ҳимоялаш контрукциялари шунга ўхшаш сехема бўйича ясалган, яни каркас ташқарида жойлашган ва кабинанинг конструкцияси билан уланмаган.

Каркас ҳимоялаш ва кабинанинг ёпиқ конструкцияси учун қисман кўтариб туриш вазифасини бажарадиган уйғунлашган (комбинировенный) қурилма 1.3.6-расмда тасвирланган. Тўрт устунли бикир каркас 6 нинг иккита кўндаланг рамалари 1 ва 4 бор, улар тракторнинг шассисига бикир маҳкамланган. Кабина 5 юқори панелининг тепаси олдинги рамадаги балканинг ўртаси билан шарнир 2 ёрдамида боғланган, бу кабинанинг иккита ўзаро перпендикуляр текисликларда тебраниш имконини беради. Кабинанинг юқоридаги панелининг орқа қисми амортизаторлар 3 орқали орқадаги раманинг балкаси билан уланган. Бундан ташқари кабинанинг орқадаги пастки бурчаклари тракторнинг қобирғаси (каркаслари) билан уланган амартизаторлар 7 га таянади. Кабинанинг бундай осмаси туфайли ҳимояловчи каркасга тушадиган зарбаларни юмшатишга, шунингдек, горизонтал ва вертикал текисликлардаги тебранишларнинг ютилишига эришилади.



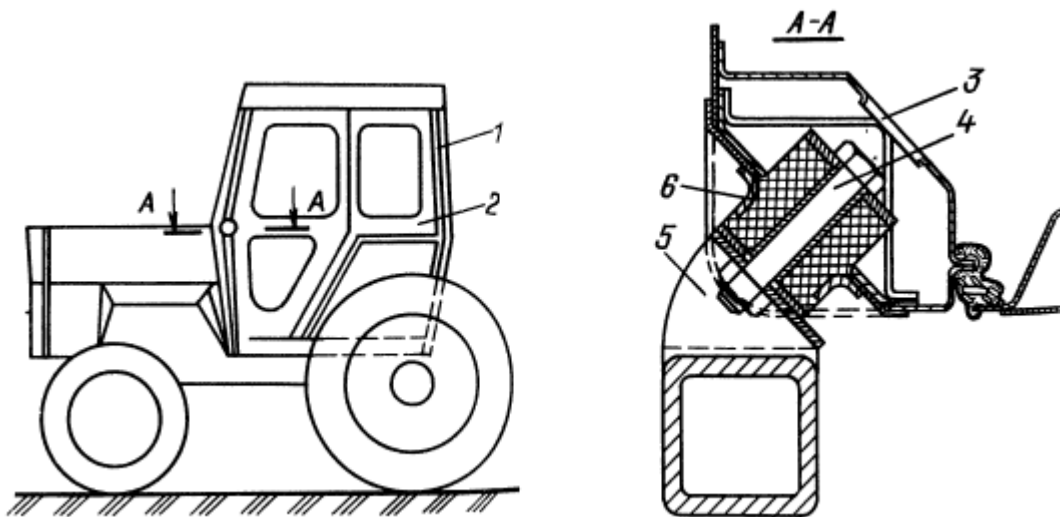
1.3.6-расм. Уйғунлашган химояловчи қурилма

Кабинанинг каркас билан бундай уланиши зарурият туғилганда кабинани химояловчи қурилма билан жиҳозланган тракторга тез ўрнатиш имконини беради.

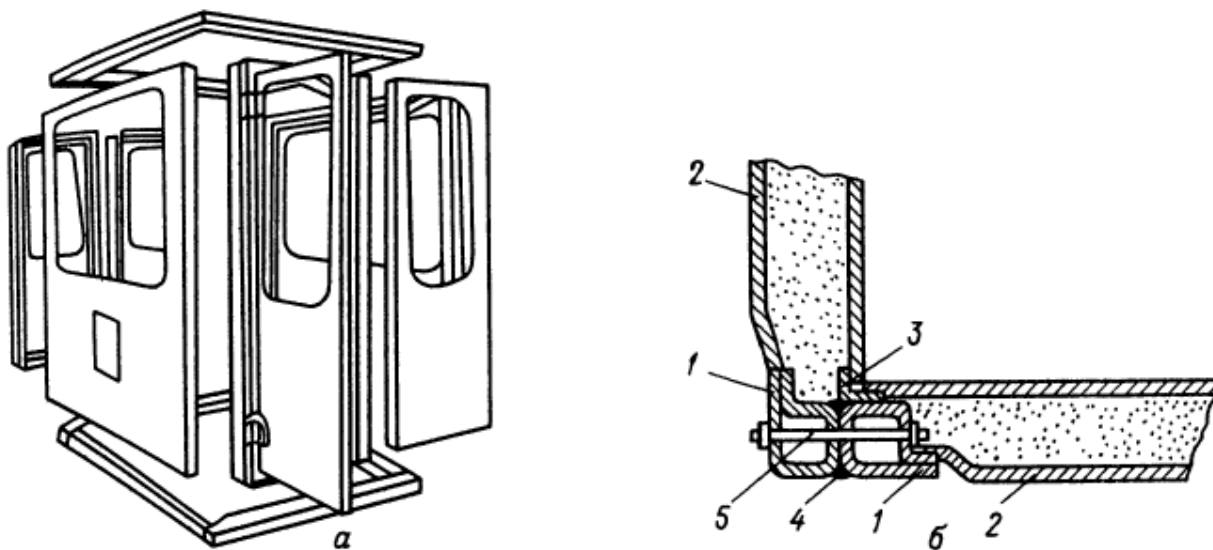
1.3.7-расмда тасвирланган кабина уйғун шаклидаги химояловчи қурилмага яна бир мисол бўла олади. Қишлоқ хўжалик трактори химояловчи каркас 1 нинг ичига кабина 2 илиб қўйилади. Кабинанинг бурчакларида, тахминан унинг баландлигининг ярмида болтлар 4 учун тешиklar 3 ясалган, улар кабинани каркас билан улайди. Худди шу баландликда каркасининг устунларига уголоклар (бурчак элементлари) 5 пайвандланган. Бурчак элементлари билан кабина орасида эластик вутилкалар жойлаштирилади.

Химояловчи кабина баъзан бир-бири билан қоплама билан уланган алоҳида панеллар кўринишида ясалади (1.3.8-расм). Ҳар бир панелнинг ўзига тегишли юк кўтарувчи каркаси бўлиб, у четлари қайтарилган, кути кесимли

прокатдан тайёрланади, унга металл қоплама 2 пайвандланади. Кабинани жипслаш учун панелларнинг учма-уч уланадиган томонлари орасига эластик кистирмалари ўрнатилади. Каркаслар болтлар 5 билан уланади, каркас ўрнатилгандан кейин болтлар қўшимча маҳкамланади. Панеллар бир-бири билан бурчак элементлари 3 ёрдамида маҳкамлангандан кейин ички қоплама кўтариб турувчи каркас билан уланади.



1.3.7-расм. Қишлоқ хўжалиги тракторининг уйғунлашган ҳимояловчи қурилмаси

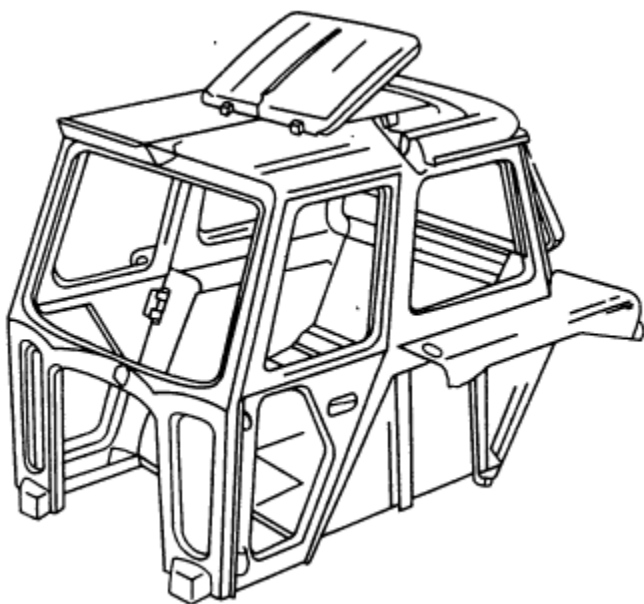


1.3.8-расм. Ҳимояловчи кабина: а-умумий схемаси; б-панелларнинг уланиши

1.4. Кабиналарнинг технологик тайёрланиши

Ҳимояловчи кабиналарнинг технологик тайёрланиши (ясаши)да учта усул қўлланади: йирик габаритли штампланган элементлардан; профилли ва листли прокатдан ясалган; прокат ва штампланган элементлардан фойдаланилган уйғун кабина.

Йирик габаритли штампланган элементлардан ясалган кабинага “VOLVO” фирмаси (Швеция) тракторларининг кабинаси мисол бўлади.



Кабинанинг асосий деталлари (1.4.1-расм) қалинлиги 1...1,25 мм ли юпка листли пўлатдан шатмплаб ясалган минимал оқувчанлик чегараси 280 МПа бўлган совуқлайн жуваланган углороди кўп пўлатдан фойдаланилган [8].

1.4.1-расм. VOLVO фирмаси тракторининг кабинаси

Штампланган деталлар узелларга пайвандланган: олдинги, чап ва ўнг томондаги ён панеллар; том, чап ва ўнг томондаги устунлар: орқа панел, чап ва ўнг томондаги панеллар мавжуд. Кабинанинг мустаҳкамлиги иккита панелни

(ички ва ташқи) битта қути шаклидаги кесимга нуқтали пайвандлаб улаш орқали таъминланади.

Алоҳида элементлар ва кабинанинг ҳаммаси (тайёр узеллардан ясалган) махсус мосламаларда пайвандланади. Бундай технология бўйича нисбатан арзон нархда аниқ ва сифатли яшаш таъминланади. Эшиклар люк қопқоғи ва орқа ойна кабинанинг корпусига илмоқлар орқали маҳкамланади. Кабина тракторнинг қобирғаси (каркаси)га қувурсимон шаклдаги тўртта резина амортизаторлар воситасида таянади. МТЗ-80, МТЗ-82 тракторларининг конструкциялари ва кабиналари ҳам худди шундай тузилган.

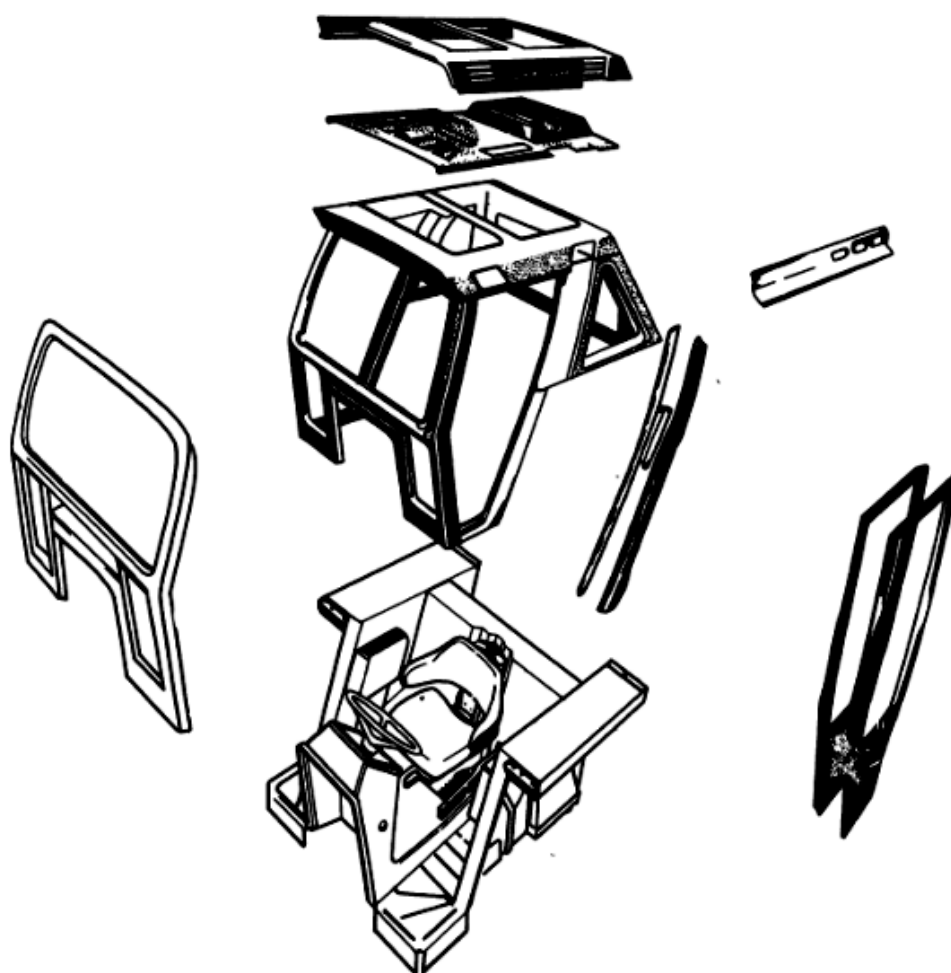
“Фиат” фирмасининг 80 сериядаги тракторлари кабинаси ҳам штампланган конструкцияга эга (1.4.2-расм). Кабина олдинги, ён ва орқа деворлар ва томдан иборат. Панелларнинг ҳар бири контури бўйича пайвандланган штампланган элементлардан ясалган. Бир-бири билан уланган панеллар қути кесимли элементлари бўлган каркасни ҳосил қилади, бу юқори мустаҳкамликни таъминлайди. Каркас кабинанинг асосига ўрнатилади. Кабина асоси ҳам пол, ён ва орқа деворлар, қанотлар ва бошқарув пулти қопламасини ўз ичига олган штампланган элементдан иборат.

Кабинанинг каркасли ясалишига пахтачилик тракторларининг бир хиллаштирилган кабинаси мисол бўлади. Кабинанинг каркаси (1.4.3 расм) тўғри бурчак кесимли олти та вертикал қувурсимон устунлардан иборат. Устунлар бўйлама ва кўндаланг балкалар билан уланган. Олдинги ва орқадаги устунлар, шунингдек, пастдаги ва юқоридаги балкалар 40x40x3, ўртадаги устунлар эса 40x60x3 ўлчамдаги кесимларга эга. Пайвандланган вертикал устунлар ва балкалар бир-бири билан уланган учта ёпиқ рамани ҳосил қилади.

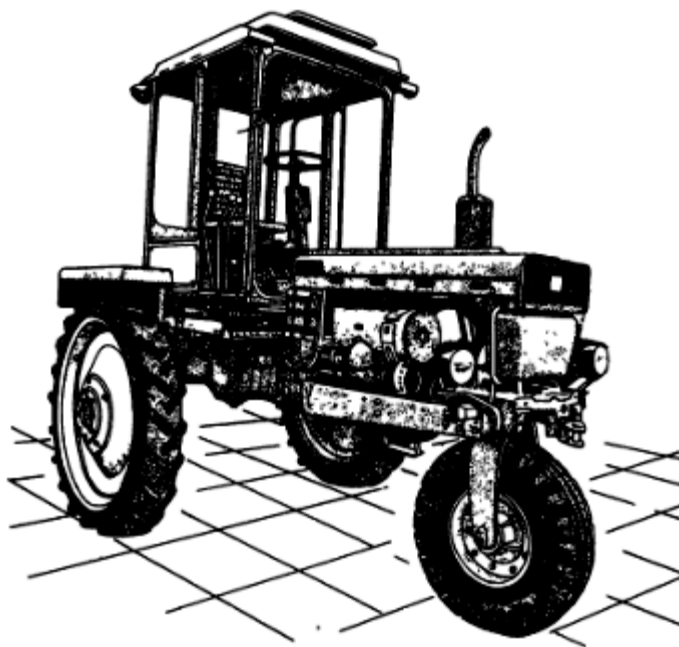
Бириктирувчи узелларнинг бикирлигини ошириш учун штампланган косинкалар ўрнатилади. Кабина суриладиган эшиклар билан жиҳозланган бўлиб, юзасининг катта қисми ойналанган олдинги рама ёппасига фақат ойна

билан қопланган. Эшикларнинг панеллари ва ён деворлар баландлиги ўриндик ёстиғининг сатҳида ётади. Ойналар махсус зичламалар орқали бевосита кабинанинг каркасига ўрнатилади.

ЮМЗ-6Л тракторининг кабинаси ҳам каркасли ясалган. Кабина каркасининг ҳар бир томонида учтадан устуни бўлиб, тепада ва пастда кўндаланг ва бўйлама балкалар билан уланган, улар дераза ва эшик ўрниларини ҳосил қилади.



1.4.2-расм. “FIAT” фирмасининг 80 сериядаги трактори кабинаси



1.4.3-расм. Пахтачилик тракторлари кабинаси

Орқадаги вертикал устунлар ва таянч элементлари (кабинани орқа ўққа маҳкамламаси) 40x60x5 кесимли, қолганлари 40x40x5 кесимли профилдан ясалган. Вертикал устунлар кўндаланг ва бўйлама балкалар билан қуйма кронштейнлар ёрдамида уланган. Устунлар ва балкаларни кронштейнга кийдириб, пайвандланади. Қопқоқ каркасга тўртта болт билан маҳкамланади.

Қанотли кабина резина амортизаторлар орқали таянчлар билан уланган. Таянчлар хомутлар билан яримўқларнинг корпусларига маҳкамланган. Титрашни изоляция қилиш мақсадида кабинанинг олдинги таянчлари ҳамда тракторнинг бобирғасига маҳкамланган олдинги кронштейнлар орасида унча катта бўлмаган тирқиш қолдирилган. Қанотлар ёнилғи бакининг ҳимояловчи листи ва тўшамалар билан уланган.

Кейс 1370 ва Кейс 2470 тракторларининг кабиналари, Минск трактор заводи тракторларининг бирхиллаштирилган кабинаси, шунингдек, “Форд”

фирмасининг 700 серияли тракторлари кабинаси (1973 йилда ишлаб чиқарила бошланган) уйғун шаклда ишлаб чиқарилган.

“Форд” фирмаси тракторлари кабинасининг асоси олти устунли каркастан иборат. Олдинги ва марказий вертикал устунлар ҳар бир томонидан кабинанинг бутун баландлигида штампланган швеллердан ясалган. Орқа устун иккита бўлакдан иборат. Юқоридаги U шаклидаги ва пастдагиси устуннинг тепадаги элементига пайвандланган бўлаклар ичи бўш квадрат профилдан ясалган. Учта вертикал устунларнинг тепадаги учлари швеллерсимон бўйлама профил билан пайвандлаб уланган.

Бу элементлар кўндаланг элементлар (иккита олдинги ва иккита орқадаги устунларни улайдиган) билан биргаликда қопқоқнинг асосини ташкил этади. Каркасининг пастки қисми олти та вертикал устунларнинг пастки учларини швеллерсимон элементлар билан пайвандлаб улаш натижасида ҳосил бўлади.

Битта кабина ҳар хил тракторларга монтаж қилиниши сабабли базавий конструкциянинг тўртта тури кўзда тутилган. Улар орқа устуннинг шакли ва полнинг тури билан фарқланади.

Эшик ва дераза ўрнилари учун панеллар 1...1,2 мм қалинликдаги листдан штампланади ва асосий каркасга электр парчинмихлар билан пайвандланади.

Каркасли кабиналар конструкциясида стандарт ёки тайёр махсус профилдан фойдаланишнинг, штампланган элементли кабиналарга қараганда афзалликлари кўп. Биринчидан, тўсувчи панеллар учун полимер материалларни қўллаш ҳисобига, кабинанинг массасини камайтириш мумкин. Иккинчидан, металлдан фойдаланиш коэффиценти каркасли кабиналарда 0,9 га етади, бу эса битта кабинага металл сарфини 30...40 % га камайтириш имконини беради. Каркасли кабинани, мода ва бозор талабига кўра, осон модификациялаш мумкин.

Бундай турдаги кабиналарнинг камчиликлари – яшашнинг қийинлиги ҳамда штамплаб пайвандланадиган кабинага қараганда (бунда асосан, нуқтали пайвандлашдан фойдаланилади), пайвандлаш ишларини автоматлаштиришнинг мураккаблигидир. Кабинанинг турини танлаш ишлаб чиқаришнинг оммавийлиги ва заводда ишлатиладиган ускуналарга боғлиқ.

1.5. Ҳимояловчи кабиналар ва каркаслар узелларининг конструктив ечимлари

Кабинанинг каркаси, одатда, ёпиқ кўндаланг кесимли юпқа деворли стержендан иборат фазовий рама кўринишида ясалади ва ўзининг нисбатан кичик массасида букилишга ва буралишга қаршилиги юқори. Тракторнинг хизмат муддати давомида кабинанинг керакли статик мустаҳкамлиги, яхши кўринувчанлиги ва ишончли ишлашини таъминлаш учун, каркасларни лойиҳалаётганда стержен учларини узелга тўғри улаш зарур. Бундан ташқари, узелларни яшаш қийинлиги ва металл сиғими минимал даражада бўлиши керак.

Кабина каркаси стерженларининг узел уланмаларида толиқишдан дарзлар юзага келиши мумкин, бунинг натижасида кабинанинг ҳимояловчи хусусиятлари пасаяди ва тракторнинг хизмат муддати тугашидан анча олдин ағдарилиб кетганда операторни ҳимоялай олмайди.

Кабина каркасларининг узел уланмаларини лойиҳалаш масалаларининг долзарблигига қарамай, бу соҳада уларни ҳисоблаш, лойиҳалаш, экспериментал тадқиқ қилиш ва танлаш бўйича узил-кесил тавсиялар ҳам ишлаб чиқилмаган. Шунингдек, мавжуд узел конструкцияларининг каталоглари ҳам йўқ [8].

Шунга кўра НАТИ ИИБ да қўйидаги йўналишларда тадқиқотлар олиб борилди:

- етарли статик мустаҳкамликни таъминловчи узел уланмаларининг конструкцияларини ишлаб чиқиш;
- турли конструктив шаклларда ишлаб чиқарилган узелларнинг нисбатан мустаҳкамлигини синаш;
- узел уланмаларининг толиқишга қаршиликлари тавсивлврин аниқлаш;
- кам лигерланган пўлатларни қўллаш самарадорлигини баҳолаш;
- намунавий узел уланмалари каталогини ишлаб чиқиш.

Дастлабки икки йўналишда олиб борилган тадқиқотларда олинган натижаларнинг баъзиларини кўриб чиқамиз.

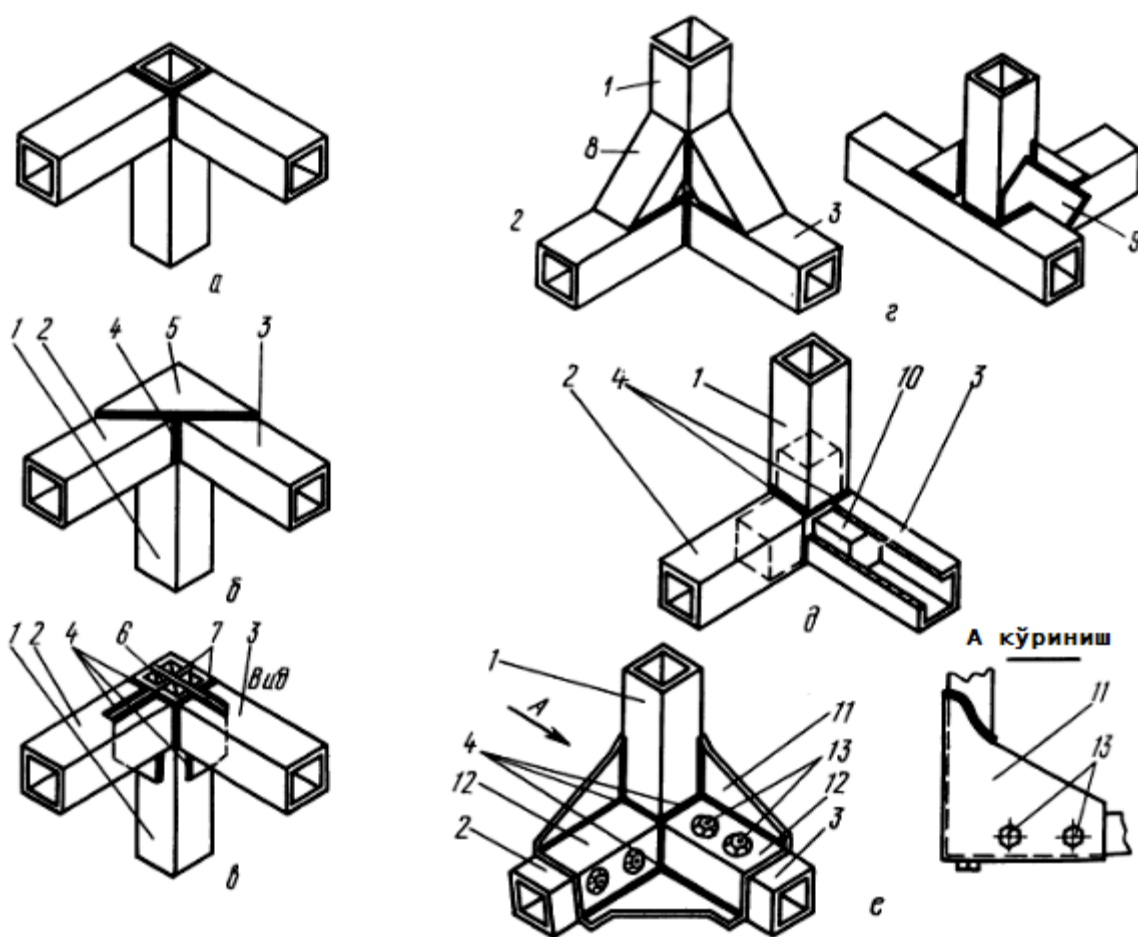
Кабина каркаслари узелларининг маълум конструкциялари ёпиқ кесимли юпка деворли стерженларнинг икки, уч ва ундан ортиқ пайвандли уланмаларидан иборат. Уларнинг мустаҳкамлигини ошириш учун турли шаклдаги ямоқ элементлари (косинка ва ш. к.) билан кучайтирилади. Узеллар конструктив ясалиши, мустаҳкамлик ва бикирлик параметрлари, технологияси ва металл сиғимига кўра ҳар хил бўлади. Уларни конструктив белгиларга кўра таснифлаш мумкин: уланадиган стерженларнинг сонига кўра икки, уч, тўрт нурли; стерженларнинг фазода жойлашишига кўра ясси ва ҳажмли; стерженларнинг ўзаро уланиш турига кўра қисмларга ажраладиган ва ажралмайдиган; кучайтирувчи элементларнинг мавжудлиги ва жойлашиш хусусиятига кўра кучайтирилмаган ва ташқи ёки ички кучайтирувчи элементлари бўлган узеллар.

Кабиналар каркаслари лойиҳалаш амалиёти шуни кўрсатадики, уч нурли ҳажмли узеллар энг истиқболли бўлиб, уларда стерженлар бир-бирига тўғри (ёки унга яқин) бурчак билан жойлашган. Бундай уланмалар каркасларнинг бурчаклари учма-уч туташган жойларда қўлланади.

Тракторлар ағдарилганда кабиналарининг юкланиши ва деформацияланиш жараёнлари таҳлилидан кўринадики, юкланиш асосий

зарбалари айнан шу узелларга тўғри келади. Шунинг учун бундай узелларга мустаҳкамлик бўйича айникса, юкори талаблар қўйилади.

Қиёсий таҳлил қилиш учун тракторларнинг каркасли кабиналарида қўлланадиган пайвандланадиган уч нурли узел уланмаларининг олти та конструкциясини кўриб чиқамиз [12] : кучайтирилмаган ҳолатдаги (1.5.1 а-расм), ташқи ясси косинкалар билан (1.5.1 б-расм), ички хочсимон ямоқ элементлари билан (1.5.1 в-расм), ташқи ҳажмли ямоқ элементлари билан (1.5.1 г-расм), ички қуйма ямоқ элементлари билан (1.5.1 д-расм), қисмларга ажраладиган, ташқи фазовий косинка билан (1.5.1 е-расм).



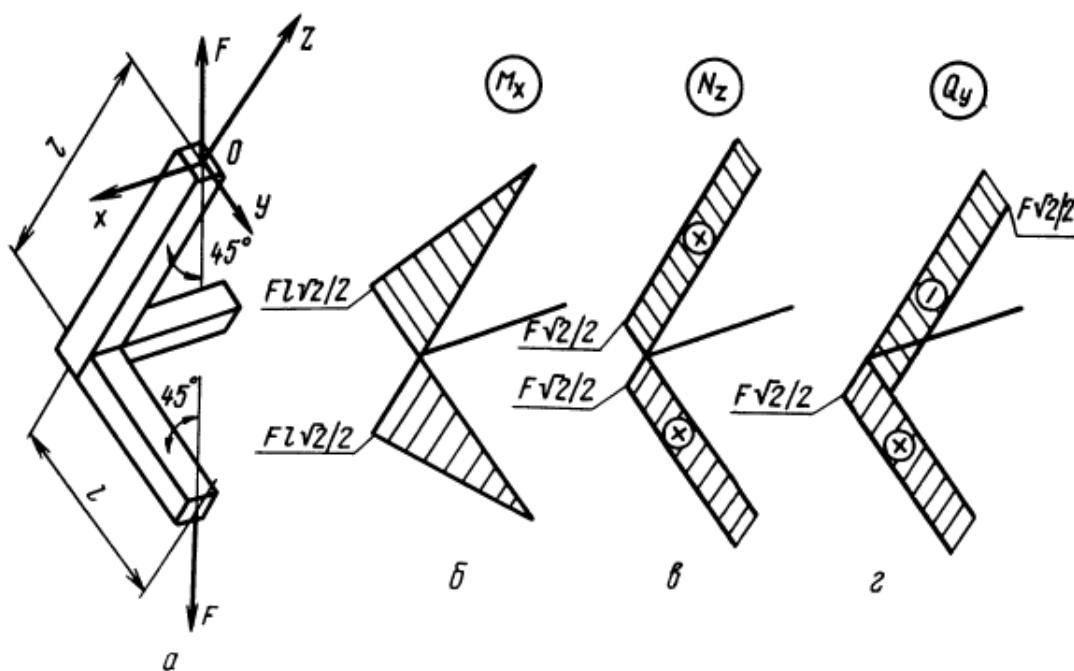
1.5.1-расм. Пайвандланадиган уч нурли уланмалар:

1-устун; 2 ва 3-ўровчи элементлар; 4-пайванд чоклари; 5-ясси косинкалар; 6-ҳочсимон ямоқ элементлари; 7-паррон қирқимлар; 8-ҳажмли ямоқ элементи;

9-ясси устқўйма; 10-қуйма ямоқ элементи; 11-фазовий косинка; 12-учбурчак детал; 13-болтли уланмалар

Узелларнинг мустаҳкамлик тавсифларини баҳолаш учун уларни статик юкланишда протензометриялаган. Ҳар бир узел конструкциясининг табиий намуналари 40x40x3,5 мм профили 09Г2 пўлатдан ясалган. Стерженлар узелга дастаки электр ёйли пайвандлаш орқали қирраларни силлиқламасдан уланган. Пайвандлаш учун диаметри 5 мм ли $I_{св}=200...250$ А, $U_{св}=45...55$ В режимдаги Э42А-Ф туридаги электродлардан фойдаланилади, бу соҳага оид заводларда қўлланадиган узелларни ясаш технологиясига мос келди ва чоклар материалларининг қуйидаги механик хусусиятларини таъминлади: мустаҳкамлик чегараси $\sigma_e = 440 - 500$ МПа, чўзилишда нисбий қолдиқ узайтириш $\delta = 26\%$; солиштирма зарбий қовушқоқлик $\alpha = 1,6$ МЖ/м². Стерженларнинг бўш учларига кўндаланг доира кесимли штирлар пайвандланган, улар воситасида узел синалаётган машинанинг чангаги билан уланган [8].

1.5.2 а, б, в, г - расмда узел уланмаларининг юкланиш схемалари ва унга мос келадиган узел стерженлари кесимларидаги ички куч омилларининг эпюралари берилган. Танланган юкланиш схемаси ва стерженларнинг $l > 400$ мм узунлигида узелнинг кучайтирувчи элементлар ва пайванд чоклари жойлашган участкаларидаги кучланган ҳолат эгувчи момент M_x нинг асосий таъсирида аниқланди. Перпендикуляр N_z ва кўндаланг Q_y кучлардан ҳосил бўлган кучланишлар жами кучланишларнинг 5% идан ошмади. Шундай қилиб, узел уланмаларининг энг хавфли зоналари учун букилишга юклама берилди. Бу эксплуатацион юкланишга мос келади, бунда кабина каркасининг стерженлари кесимларидаги эгувчи момент кабина элементлари массасининг инерция кучларига боғлиқ бўлади.



1.5.2-расм. Узел уланмаларининг юкланиш схемалари (а) ва унга мос келадиган узел стерженлари кесимларидаги ички куч омилларининг эпюралари

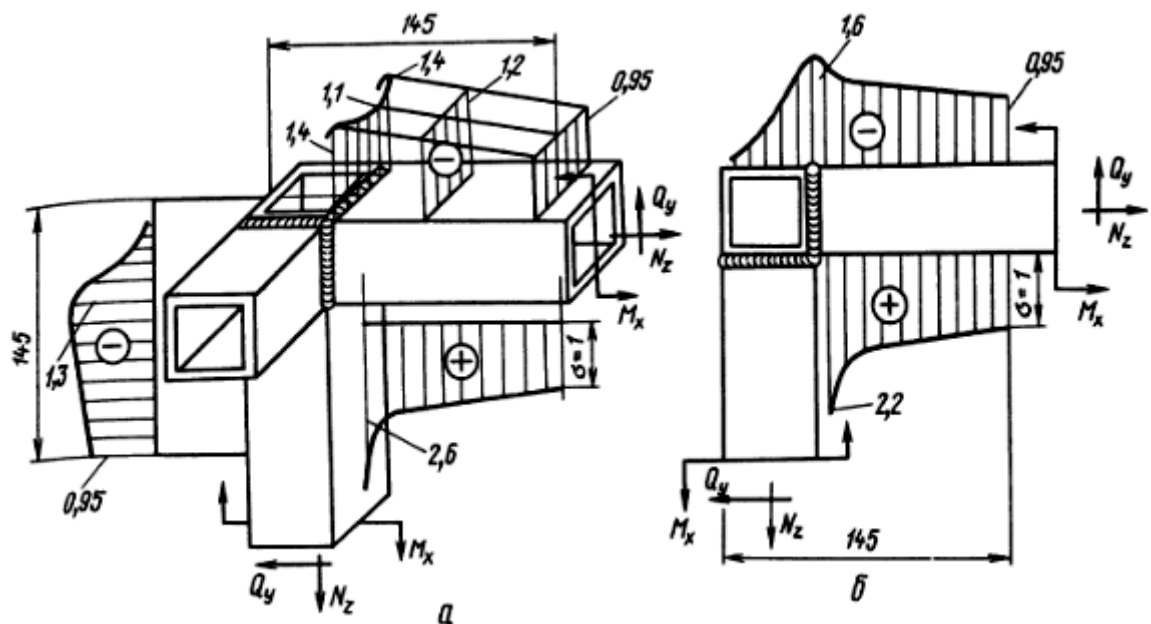
Узел уланмаларидаги кучланишлар 2ФПК-100-5 маркадаги фольгали тензодатчиклар ёрдамида ўлчанган. Улар стержен ва кучайтирувчи элементларнинг юзаларига бўйлама йўналишда, узунлиги ва эни бўйлаб 15 мм кадам билан ёпиштирилган. Кучланиш тўпланган жойларда ёпиштирилган тензодатчикларнинг қадами 7 мм гача камайтирилган. Тензодатчиклардан чиқаётган сигнал рақамли ўлчайдиган СИИТ-3 тензосистемаси билан қайд этилган. Ундаги маълумотлар “Электроника ДЗ-28” микро ЭХМда кейинги ишлов бериш учун келиб тушган.

Узелларнинг носимметрик конструкцияларини синашда уларнинг букилишга кучланиши иккита ўзаро перпендикуляр текисликларда: устунлар ва ўровчи элементларда (асосий юкланиш) ва фақат ўровчи элементларда (қўшимча юкланиш) навбати билан ўтказилади. F кучнинг қиймати шундай танланганки, бунда узелдаги кучланишлар стержен материалининг оқувчанлик чегараси $\sigma_T = 400$ МПа дан ошмаган.

Таҳлил қилинаётган узел уланмалари конструкцияларидаги перпендикуляр кучланишларнинг тақсимланиш эпюралари кўринишидаги тажриба тадқиқотлари натижалари 18...23-расмларда берилган. Узелларнинг кучланиш ҳолатини қиёсий баҳолаш қулай бўлиши учун эпюралардаги ординаталарнинг қийматлари узелнинг марказий қисмидан 145 мм масофада жойлашган стерженнинг кўндаланг кесимидаги $\sigma_H = 120$ МПа максимал перпендикуляр кучланишнинг нисбий улушларида берилди (1.5.3-расм). Эпюрадан кўриниб турибдики ҳамма турдаги узеллар учун стерженнинг бўш участкаларида кучланишларнинг тақсимланиши бир хил бўлиб, чизиқли хусусиятга эга. Стерженнинг кучайтирувчи элементлар ва пайванд чоклари жойлашган участкаларида кучланишларнинг тақсимланиши ноқизиқли хусусиятга эга бўлиб, узелнинг конструкциясига боғлиқ.

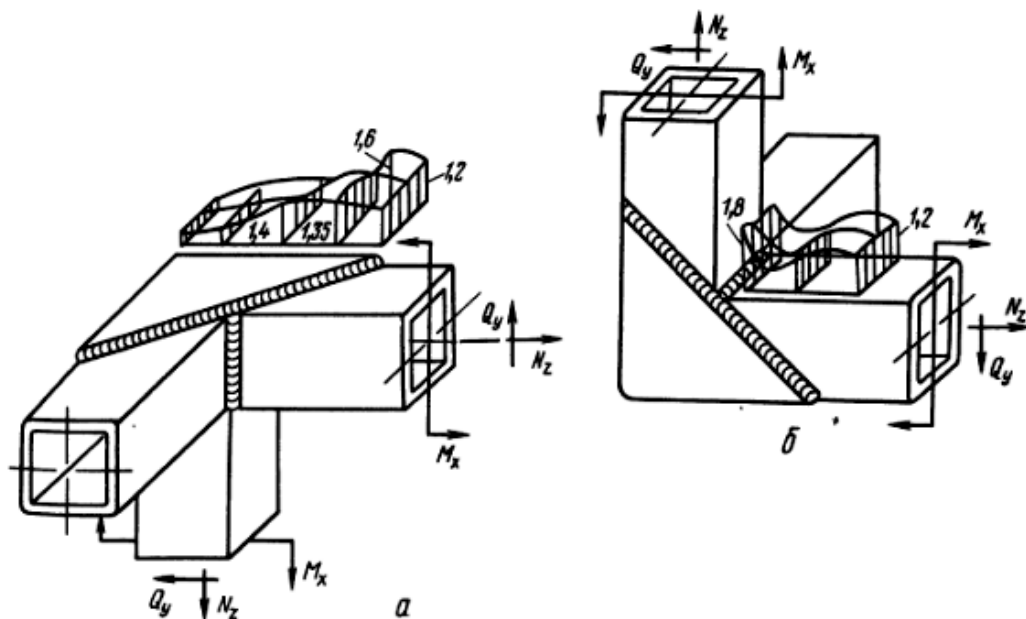
Кучайтирилмаган ҳолатдаги узелнинг конструкцияси носимметрик. У оддий ясалган ва энг кам металл сиғимига эга. Пайванд чокларининг жами узунлиги 280 мм, массаси 2,56 кг. Аммо бундай уланманинг мустаҳкамлиги энг кичик. Бу узелнинг хавфли участкалари-юқори кучланишлар таъсир қиладиган зонада жойлашган пайванд чоклардир.

Пайвандлаб уланган юзаларнинг биқирлиги ҳар хил бўлади, бу эса, кучланишлар эпюраларидан кўриниб турганидек, чокларнинг узунлик бўйлаб нотекс юкланишга олиб келади. Агар кучланишларнинг тақсимланишида энг юқори қийматларнинг бўлиши узел уланмаларини статик юклашда катта хавф туғдирмаса, узелга қиймати ўзгарувчан бўлган узоқ давом этадиган юклама таъсир қилганда унда толиқиш дарзлари пайдо бўлиши ва бутунлай бузилиши мумкин.



1.5.3-расм. Узел уланмасидаги перпендикуляр кучланишларнинг тақсимланиш эпюралари, кучаймаган ҳолатда ва қуйидаги йўналишларда:

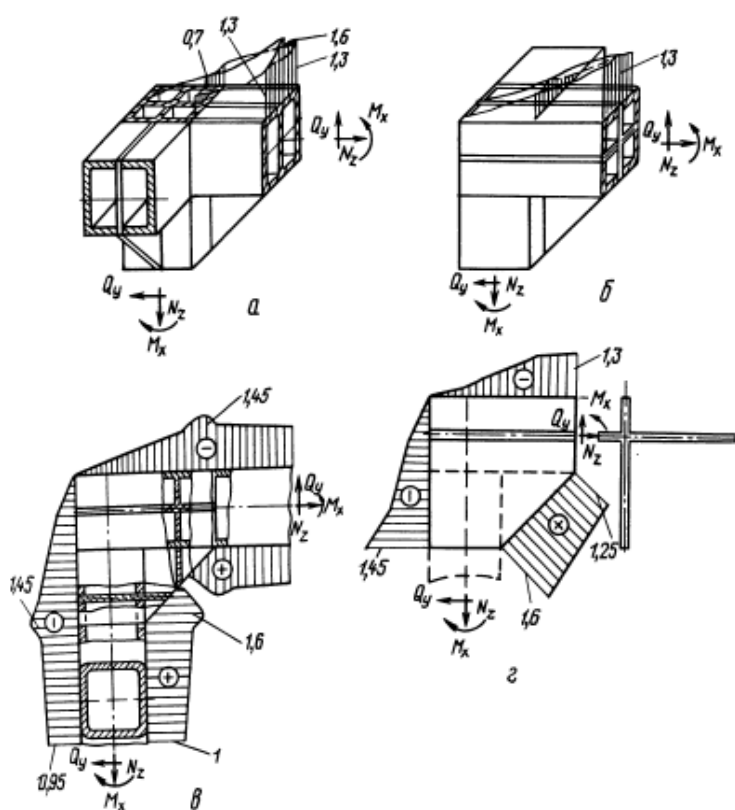
а-устун ва ўровчи элемент текислигида; б-ўровчи элемент текислигида; M_x , Q_y , N_z , -кўндаланг ва перпендикуляр кучнинг эгувчи моменти.



1.5.4-расм. Узел уланмасидаги перпендикуляр кучланишларнинг тақсимланиш эпюраси, ташқи ясси косинкалар билан: а-стерженнинг ташқи текислигида; б-стерженнинг ички текислигида.

Пайвандланган конструкцияларни толиқишга синаш натижаларига мувофиқ, биринчи дарзларнинг пайдо бўлиши пайванд чоклари (улар узелда иккита) туташган нуқталар яқинида кутилади. Бу нуқталарда кучланиш ҳолати мустаҳкамлик учун энг хавфли бўлган ҳар томонлама ҳажмли чўзилишдан иборат. Пайдо бўлган дарзлар ўровчи элемент кўндаланг кесимининг ҳамма параметри бўйлаб бемалол ривожланади. Кўриб чиқиладиган узелнинг яшовчанлиги (конструкциянинг дарзлар билан ишлай олиш қобилияти) паст. Унинг конструкциясида пайванд чоклари бузилганда юкламанинг бир қисмини қабул қила оладиган захирадаги элементлар кўзда тутилмаган.

Кучланишларнинг энг катта тўпланиши ($K > 2$) пайванд чокларининг ички участкаларида, яъни ўровчи элементнинг пастки горизонтал юзасини устун билан улайдиган чок участкасидаги, узел устун ва ўровчи элементнинг



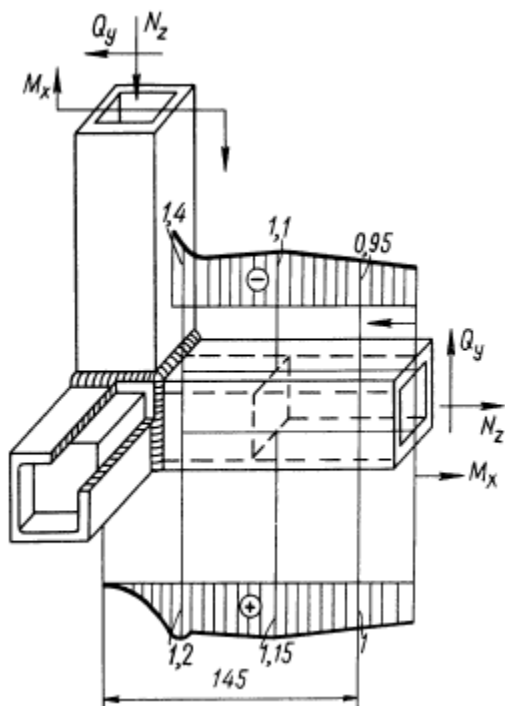
текислигида юкланганда (1.5.4а-расм) ҳамда ўровчи элементларнинг ён юзalarини улайдиган чок участкасида, узел фақат ўровчи элементларнинг текислигида юкланганда кузатилади.

1.5.5-расм. Узел уланмасидаги перпендикуляр куч-

а ва б-ўровчи элемент ва устунда, в ва г-хочсимон ямоқ элементида.



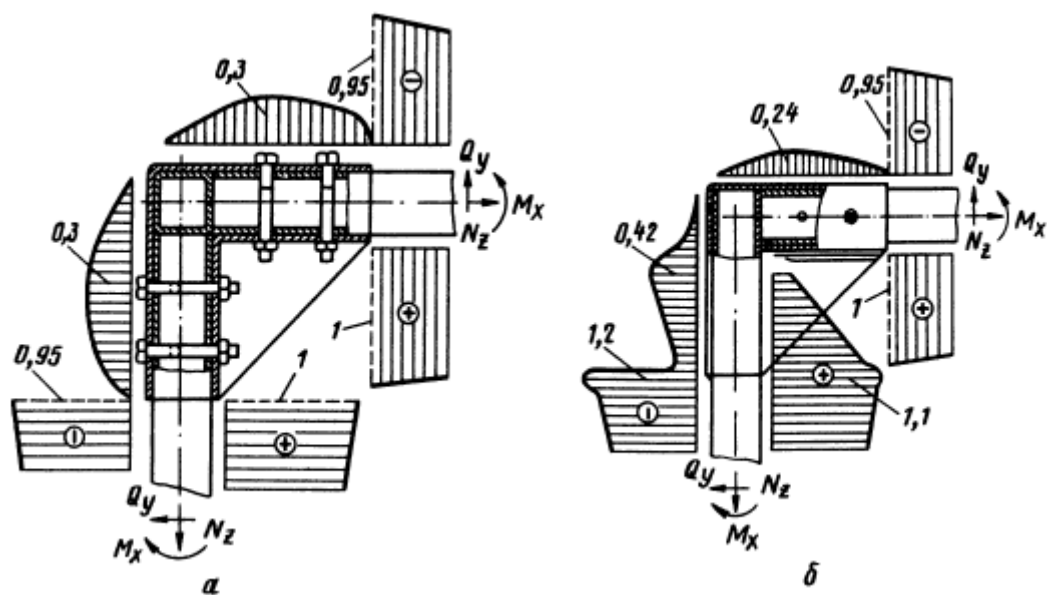
1.5.6-расм. Узел уланмасидаги перпендикуляр кучланишларнинг тақсимланиш эпюралари, ташқи ҳажмли косинкалари билан ва қуйидаги йўналишларда букилганда: а-устун ва ўровчи элемент текислигида; б-ўровчи элемент текислигида.



1.5.7-рasm. Узел уланмасидаги перпендикуляр кучланишларнинг тақсимланиш эпюралари, ички қуйма ямоқ элементи билан:

Кўриб чиқиладиган узел конструкциясининг статик мустаҳкамлиги ва толиқишга қаршилигининг пастлиги кабина каркаси балкаларининг захирадаги мустаҳкамлик имкониятларидан тўлиқ фойдаланишга имкон бермайди.

Ташқи ясси косинкали симметрик узел уланмалари учун шунингдек, хавфли участкалар – юқори кучланишлар таъсир қиладиган зонада жойлашган ва кучайтирилмаган узел каби, иккита кесишиш нуқтаси бўлган пайванд чоклари ҳисобланади. Кесишиш нуқталари бўлган пайванд чоклари яқинида толиқишдан дарзлар пайдо бўлиши кутилади. Уланманинг яшовчанлиги юқори эмас. Косинкаларнинг пайванд чокларида, айниқса ўткир бурчакларнинг четларида, стерженлардаги кучланишларга нисбатан кучланишлар 20...30 % га ортиши кузатилади.



1.5.8-расм. Қисмларга ажраладиган узел уланмасидаги перпендикуляр кучланишларнинг тақсимланиш эпюралари, фазовий косинка билан ва қуйидаги йўналишларда букилганда: а-ўровчи элементлар текислигида; б-устун ва ўровчи элемент текислигида.

1.5.1-жадвалда тракторларнинг каркасли кабиналаридаги пайвандланган учнурли ҳар хил узелларнинг конструктив параметрлари ва кучланганлигини таққослаш келтирилган.

1.5.1-жадвал

Узел уланмасининг конструкцияси (17-расмга қар.)	Масса	Пайванд чокларининг жами узунлиги	Максимал нормал кучланиш	
			Устун ва ўровчи элементларнинг текисликларида букилганда	Ўровчи элементларнинг текисликларида букилганда
Кучайтирилмаган ҳолатда	1.00	1.00	2.6	2.2

Ташқи ясси косинкалар билан	1.10	2.48	1.8	1.8
Ички хочсимон ямоқ элементи билан	1.15	2.50	1.6	1.9
Ташқи ҳажмли ямоқ элементи билан	1.25	2.60	2.2	1.6
Ички қуйма ямоқ элементи билан	1.40	1.28	1.4	1.4
Қисмларга ажраладиган, ташқи фазовий косинка билан	1.70	1.97	1.3	1.0

Кучланишларнинг энг катта тўпланиши ($K_0 > 2$) шунингдек, пайванд чокларнинг ички участкаларида бўлади (1.5.4б-расм). Аммо пайванд чокларнинг юкланиши анча бир текис бўлади, чунки уланадиган юзаларнинг бикирлигидаги фарқ кичик. Бу максимал кучланишни $\sigma = 1,8 \sigma_n$ гача камайишига ҳам олиб келади. Уланишларнинг металл сиғими нисбатан баланд эмас, лекин уни тайёрлаш қийинлиги жиддий ошган. Кўриб чиқиладиган узелнинг мустаҳкамлигини ошириш мақсадида ясси косинкаларнинг шакли ва ўлчамларини шундай ўзгартириш тавсия қилинадики, пайванд чокларнинг ўткир бурчаклари ва стерженларнинг чоклари билан кесишиш нуқталари йўқолсин.

Ички хочсимон ямоқ элемент 6 билан узелли уланишда (1.5.2 в-расм) хавфли участкалар стерженлар ўзаро пайвандланган жойлар ва стерженларнинг қирқимлар 7 учлари бўйлаб кўндаланг кесимлари ҳисобланади. Бундай кесимлар, хочсимон ямоқ элемент 6 пластиналарининг ён қисмларини жойлаштириш учун, устун 1 да ва боғлов элементлари 2,3 да ясалган.

Қирқимларнинг учларидаги зоналарда энг катта кучланишлар даражаси $\sigma = 1,6 \sigma_H$ кузатилади, кучланишларнинг тўпланиш коэффиценти эса 1.3...1.4 қийматга эга бўлади.

Юқорида кўриб ўтилган конструкциялар билан таққосланганда, бу узелли уланманинг устун ва боғлаш элемент текислигида букилишга мустаҳкамлиги катта бўлиб, анча юқори даражадаги статик ноаниқликка ва демак яшовчанликка эга. Узел носимметрик.

Боғлов элементларининг текислигида юкланганда унинг юклаш қобилияти сезиларли пасаяди, чунки бундай ҳолатда ямоқ элемент кучланишнинг пасайишига деярли таъсир кўрсатмайди. Кўриб чиқиладиган конструкциянинг кмчиллигига яшаш қийинлигининг нисбатан юқорилигини киритиш керак.

1.5.2 г-расмда тасвирланган узелли уланма тоғорасимон кўндаланг кесимли иккита ҳажмли элемент 8 ва ясси устқўйма 9 билан кучайтирилган. Бу устқўйма узелнинг ташқи томонларидан бирига ўрнатилган бўлиб, устун 1нинг боғлов элементи 2 билан уланишини қўшимча кучайтиради. Бу уланишнинг юқори биқирлиги юкламанинг кабина каркасининг металл консрукцияси элементларида бир текис тақсимланишига сабаб бўлади ва унинг умумий биқирлигини оширади. Устқўйма 9 нинг пайванд чокларида ҳажмли ямоқ элементи 8 чоклари билан иккита кесишиш нуқтаси бор, бу уларнинг толиқишга қаршилигини пасайтиради.

Устун ва боғлов элементи текислигидаги букилишда энг хавфли жойлар флангали пайванд чоклари бўлиб, бу ерда кучланиш даражаси энг юқори қийматларга $\sigma = 2,2 \sigma_H$ ва $\sigma = 1,6 \sigma_H$ етади. Узел носимметрик. Фақат боғлов элементлари текислигидаги букилишда унинг букилишга қаршилиги паст. Аммо бунда стерженларнинг ички учма-уч уланган зонасидан ташқари бир текис ва энг юқори қийматлар йўқ (1.5.6, б-расм). Бу ерда кучланиш даражаси

$\sigma = 1,6 \sigma_H$ қийматгача ортади, бу юзалар бурчакли ўтганда кучланишларнинг тўпланиши ва пайванд чокининг мавжудлиги билан изоҳланади.

Уланманинг яшовчанлиги хочсимон ямоқ элемент билан узелли уланишнинг яшовчанлигига яқин. Аввал кўриб чиқилган конструкцияларга қараганда, бу узелли уланманинг металл сиғими ва ясаш қийинлиги. Ҳажмли ямоқ элементларни стерженлар билан улайдиган флангали пайванд чокларидаги кучланишларнинг энг юқори қийматларини камайтириш ва чоклардаги кесишиш нуқталарига йўл қўймаслик учун, ямоқ элементларни кўндаланг чоклар билан пайвандлаш, ён томонлама чокларни эса узилган-узилган шаклда ясаш керак.

Қуйма ямоқ элемент билан узелли уланишда стерженлар ямоқ элемент 10 нинг чиқиқларига ўрнатилади ва бир-бири билан ҳамда ямоқ элемент билан пайвандланади. Стерженлар ямоқ элементнинг чиқиқларига зич ўрнатилганда пайванд чоклар 4 нинг юкланганлиги пасаяди. Чунки юклама бир стержендан бошқаларига ҳам пайванд чоклар, ҳам ямоқ элемент чиқиқлари бўлган стерженларнинг контактлари орқали узатилади. Конструкциянинг хавфли участкалари-пайванд чоклардир. Аммо улар юқорида кўриб чиқилган узелли уланмалардан камроқ кучланган ҳолатда бўлади.

Бундай уланманинг мустаҳкамлиги анча юқори бўлиб, унинг асосий афзаллиги яшовчанлигининг юқорилигидир, чунки пайванд чоклар бутунлай бузилганда ҳам узел муайян қолдиқ ишлаш қобилиятини сақлаб қолади. Масалан, эластиклик чегарасидан ташқари деформацияланишда (трактор ағдарилганда) бу конструкциядаги кучайтирувчи элементлар (ямоқ элемент)нинг барқарорлиги, кўриб чиқиладиган бошқа элементларга қараганда катта.

1.6. Тракторларнинг кабиналарини ҳисоблаш

1.6.1. Трактор ағдарилишида операторни ҳимоя қилиш бўйича талаблар

Кўпинча ривожланган давлатлар, жумладан Ўзбекистонда қишлоқ хўжалигида ишлатиладиган ғилдиракли тракторларни машиналар ағдарилганда операторнинг оғир жароҳатланиши ёки ҳалок бўлишидан сақлай оладиган кабиналар билан жиҳозлаш ҳақидаги талаблар қабул қилинган. Россияда бу талаб ўрмаловчи занжирли тор габаритли тракторларга, АҚШ ва Буюк Британияда эса ёлланма ишчилар ишлайдиган қишлоқ хўжалигидаги ўрмаловчи занжирли тракторларга ҳам тааллуқлидир.

Трактор ағдарилиш натижасида унинг кабинаси ёки каркаслари ерга (грунтга) урилиб деформацияланади, бунда энергиянинг бир қисмини ютади, лекин ичида лекин ичида оператор жойлашадиган зона қолади. Оператор жойлашадиган эркин бўшлиқ (хавфсизлик) зоналарининг ўлчамлари халқаро ва улар асосида ишлаб чиқилган миллий стандартлар билан белгиланади. Кабина грунтга урилиб деформацияланганда бу зонага ҳеч қандай элемент кирмаслиги керак.

Қишлоқ хўжалик тракторлари учун эркин бўшлиқ зонаси оператор жойлашадиган ҳажмдан иборат, кўйида оператор грунтга урилишига қарама-қарши томонга табиий оғиш бурчагида қиялик билан рулни ушлайди. Эркин бўшлиқ зонаси трактор симметриясининг ўриндиқ ҳисоббоши нуқтаси (ЎХН) ва рул чамбарагининг марказидан ўтадиган вертикал бўйлама текислигига нисбати бўйича аниқланади.

Ҳисоббоши нуқтасини топиш учун ўриндиқни горизантал чизик бўйича орқадаги чекка ҳолатда ўрнатиш, шунингдек, массаси бўйича ўрта ҳолатда ростлаш керак.

Эркин бўшлиқ зонаси эластик осмаси бўлган кабина билан бирга сурилишга рухсат этилади.

Эркин бўшлиқ зонасини аниқлашда трактор горизантал юзада, унинг рул ғилдираги эса ҳолатни бошқариш учун ўрта ҳолатда ўрнатилади. Бу зона қуйидаги юзалар билан чегараланади:

ЎҚН устидан 900 мм масофада ўтказилган $A_1B_1B_2A_2$ горизантал текислик билан (3.1-расм);

бўйлама вертикал симметрия текислигига перпендикуляр бўлган ҳамда ўриндиқ суянчиғининг орқа нуқтаси ва ЎҚНдан 900 мм тепада жойлашган нуқтани ўз ичига олган қия текислик $G_1G_2I_2I_1$ билан;

вертикал бўйлама симметрия текислигига 120 мм радиус билан перпендикуляр қилиб ва $A_1B_1B_2A_2$ ҳамда $G_1G_2I_2I_1$ текисликларига уринма ўтказилган $A_1A_2I_2I_1$ цилиндр юза билан;

ЎҚНнинг олдида 150 мм масофадаги нуқтадан 900 мм радиус билан, вертикал бўйлама симметрия текислигига перпендикуляр қилиб ва $A_1B_1B_2A_2$ текислигига уринма қилиб ўтказилган $B_1C_1C_2B_2$ цилиндр юза билан, бу юзанинг горизантал чизиқ бўйича узунлиги 400 мм;

вертикал бўйлама симметрия текислигига перпендикуляр бўлган, тепада $B_1C_1C_2B_2$ юза билан, пастда рул чамбарагининг олдинги чекка нуқтасидан 40 мм масофада ўтувчи $C_1D_1D_2C_2$ қия текислик билан;

вертикал бўйлама симметрия текислигига перпендикуляр бўлган ва рул чамбарагининг орқадаги чекка нуқтасидан 40 мм масофадан ўтадиган $D_1E_1E_2D_2$ вертикал текислик билан;

ЎҚН орқали ўтадиган $E_1F_1F_2E_2$ горизантал текислик билан;

ўриндик суянчиғига параллел бўлган ва $G_1G_2I_2I_1$ билан $E_1E_2F_2F_1$ текисликларни бирлаштирувчи $G_1F_1F_2G_2$ юза (ёки текислик) билан;

бир-бирига параллел ва вертикал бўйлама симметрия текислигидан камида 250 мм масофада ўтказилган $J_1E_1F_1G_1H_1$ ва $J_2E_2F_2G_2H_2$ вертикал текисликлар билан. Масофа рул чамбараги диаметрининг ҳар икки томонида 40 мм қўшимчаси билан. Агар бу ўлчам 500 мм дан кам бўлса, зона эни 500 мм гача тенг олинади;

иккита $A_1B_1C_1D_1J_1H_1I_1$ ва $A_2B_2C_2D_2J_2H_2I_2$ параллел текисликлар билан, улар шундай ўтказилган бўлиши керакки, бунда вертикал бўйлама текисликдан параллел текисликлардан биригача бўлган масофа, тепада зарба тушадиган томонда камида 100 мм бўлсин.

Қуйида ИСО 3463-84 ва ИСО 5700-84 бўйича эркин бўшлиқ зонасининг ўлчамлари берилган. Кўрсатилган зонанинг шунга ўхшаган ўлчамлари меҳнатни ташкил қилиш ташкилоти томонидан ҳам қатъийлаштирилган.

Ўлчамнинг белгиланиши	Ўлчам қиймати, мм.
$A_1A_0; B_1B_0$	100 (минимал)
$A_1A_2; B_1B_2; C_1C_2$	500
$E_1E_2; D_1D_2$	500 (минимал ўлчам ёки бу ўлчам 500 мм дан кўп бўлса, рул чамбараги диаметрига 40 мм қўшилади)
$F_1F_2; G_1G_2; H_1H_2; I_1I_2; J_1J_2$	500
$E_1E_0; E_2E_0$	250 (минимал ўлчам ёки бу ўлчам 250 мм дан кўп бўлса, рул ғилдирагининг радиусига 40 мм қўшилади)
J_0E_0	300
$F_0G_0; J_0G_0; C_0D_0; E_0F_0$	Тракторга боғлиқ ҳолда олинади

Ер казувчи машиналар учун эркин бўшлиқ зонаси тўғри ўтирган оператор гавдасининг ташқи чизиқларини такрорлайдиган деформациянинг чекланиш ҳажми ҳисобланади (3.2-расм). Бу ҳажмнинг ўлчамлари кўриб чиқиладиган гуруҳдаги 95 % операторларнинг антропометрик маълумотлари бўйича аниқланади.

1.6.2. Кабиналарнинг статик мустаҳкамлигини ҳисоблаш

Янги кабиналарни ишлаб чиқаришга кўйиш муддатларини қисқартириш, оптимал металл сиғимига эга бўлган конструкцияларни яратиш учун муҳандислик амалиётида мустаҳкамлик ва узоқ муддатга чидамлилигини баҳолашнинг ҳисобий усуллари кўп қўлланади. Назарий татқиқотлар соҳасида қўлга киритилган ютуқлар, эксплуатация вақтида конструкцияларнинг юкланиш хусусияти ва ҳолати ҳақидаги статистик маълумотлар, шунингдек, ҳисоблаш техникасининг ривожини амалий ҳисоблар қўлланадиган соҳаларнинг кенгайишига сабаб бўлади.

Операторнинг меъёрида кўришини ва қулай жойлашишини таъминлайдиган кабинанинг конструктив схемаси аниқлангандан кейин машина ағдарилиб кетганда операторнинг хавфсизлиги бўйича талабларни таъминлаш учун кабинани кўтариб турувчи элементларнинг кесимларини ҳисоблаб чиқиш зарур.

1.6.3 Ҳимояловчи кабиналар ва қурилмаларни ҳисоблаш усуллари таҳлили

Ҳимояловчи қурилмалар, жумладан, ҳимояловчи кабиналарнинг кўтариб турувчи системаси, одатда, фазовий рамадан иборат бўлади.

Фазовий конструкцияларнинг мустаҳкамлиги ва биқирлигини ҳисоблашда қурилиш механикасида кучлар, сурилишлар усуллари ва уларнинг

комбинацияси бўлган аралаш усуллардан фойдаланилади. Аввал конструкциянинг статик ноаниқлиги аниқланади ва унга мос келадиган, асосий статик аниқ система танланади. Кейин ноаниқ тенгламалар системалари коэффициентларининг қийматларини ҳисоблаб чиқиб, шу система ечилади. Илгари ЭХМдан фақатгина тенгламалар системасини ечишда фойдаланилган, тайёргарлик ишларининг ҳаммаси эса қўлда бажарилган. Бу усуллар қўлланадиган соҳалар эластик босқичда ва кичик деформацияларда ишлайдиган конструкцияларни ҳисоблаш билан чекланган.

Стержен конструкцияларни эластик-пластик босқичда ҳисоблашни соддалаштириш учун пластик шарлар принципи қўлланади. Бунда, материал бекамуқўст эластик-пластик, деформацияларнинг ўзгариш жараёни эса Прандтл диаграммасига мос келади деб тахмин қилинади. Пластик шарнирлар принципининг моҳияти шундан иборатки алоҳида кесим учун “юклама деформация” қонунияти чизиқли ҳолатга келтирилади.

Шунингдек, конструкциянинг ҳар бир кесими пластик деформация билан тўлиқ қамраб олинмагунча эластик босқичда ишлайди деб ҳам тахмин қилинади. Аслида бундай ҳолат амалга ошиши мумкин эмас, чунки бунинг учун кесимнинг бурилиш бурчаги чексиз катта бўлиши керак. Аммо бундай тахминларда хатолик арзимас бўлиб, амалий ҳисоблар учун маъқулдир. Пластик шарнирла принципининг самарадорлиги ундан ҳисоблаш амалиётида фойдаланиш тажрибаси билан тасдиқланган. Стержен конструкцияларни ҳисоблашнинг ривожланган йўналишларидан бири ЭХМ ва пластик шарнирлар принциpidан фойдаланиб, ҳақиқий механизмни математик дастурлаш воситалари ёрдамида конструкциянинг бузилиши ва берилган ҳолат учун шу конструкцияга мос келувчи чегаравий юкламани аниқлашга асосланади. Бундай ҳисоблаш эластик деформациялар эҳтимоли кичик ва бикрипластик модели тўғри бўлган кўпгина қурилиш иншоотлари учун қўлланади. Тракторларнинг ҳимояловчи конструкцияларининг ўзига хос хусусиятлари сабабли катта

эластик деформацияларда ҳам қўлласа бўладиган ҳисоблаш усули зарур. Чунки кабиналарнинг қайта лойиҳаланаётган конструкциялари учун элатик ва пластик деформацияларнинг нисбати номаълум бўлиб, катта чегараларда ўзгариши мумкин [11].

Шунингдек, эластик-пластик босқичда стержен конструкцияларни пластик шарнирларни кетма-кет ҳосил қилиш усули ёрдамида ҳисоблаш мумкин. Бу усул мамлакатдаги ва хорижий амалиётда кўп қўлланади. Унинг жиддий чекланганлиги шундаки, схемада бўйлама-кўндаланг эгилишнинг таъсири ва сиқилган стерженлар чидамлилигининг йўқотилиши эҳтимолини ҳисобга олиш қийин. Шунинг учун бу усулни бундай омиллар жиддий таъсир кўрсатмайдиган муайян стержен конструкциялари учун қўллаган маъқул. Тракторларнинг ҳимояловчи конструкцияларини ишлаб чиқишда стерженларнинг чидамлилиги масалаларини ҳал қилиш зарур, чунки стандарт ҳисобий ҳолатларидан бири сиқувчи юкламанинг туширилиши ҳисобланади.

Хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар системасини ечиб, эластик-пластик стержен конструкциялар ишини аниқ моделлаштириш мумкин. Аммо замонавий ЭҲМдан фойдаланганда ҳам, бундай масалани ечиш анча қийин. Муайян турдаги конструкциянинг хусусиятини ҳисобга оладиган қабул қилинган соддалаштирувчи тахминлар ҳимояловчи конструкцияларнинг мустаҳкамлигини баҳолаш учун бу усулни универсал усул сифатида тавсия қилишга имкон бермайди. Масалан, Кучеренко номидаги Қурилиш конструкциялари марказий илмий-тадқиқот институтида (ЦНИИСК) ишлаб чиқилган фазовий рамаларни ҳисоблаш методикасида эластик-пластик босқичда стерженларнинг буралиш таъсири ҳисобга олинмаган. Бундай соддалаштиришни қурилиш иншоотларида қўллаган маъқул. Тракторларнинг ҳимояловчи кабиналарида эса, хорижий тадқиқотларнинг нашр қилинган натижаларига мувофиқ, буралишга ишлайдиган алоҳида стерженлар пластик емирилиши мумкин.

Конструкцияларнинг мустаҳкамлиги ва бикирлигини аниқлашда ЭХМдан кенг фойдаланиш натижасида янги ҳисоблаш усуллари пайдо бўлди. Улардан чекли элементлар усули энг кўп қўлланади. Стерженли конструкцияларни шу усул бўйича ҳисоблаганда классик усуллар бўйича ҳисоблаш натижаларига мос келадиган аниқ натижалар олиш мумкин. Бу универсал усул бўлиб, конструкциялар эластик босқичидан нарида ва динамик юкланиш билан ишлаганда, катта кўчишларни ҳисоблаш учун ҳам қўлланади.

Чекли элементлар усулини яхлит муҳитлар механикасининг энг чекка масалаларини рақамли усуллар билан ечиш усулларида бири сифатида қабул қилиш мумкин. Бу усулнинг классик усулларга нисбатан афзалликлари қуйидагилардан иборат:

- стержен конструкциясининг статик ноаниқлик даражасини олдиндан таҳлил қилиш ва статик аниқланадиган асосий системани танлаш зарурияти бўлмайди;
- каноғник тенгламалар системаси коэффицентлари автоматик тарзда ҳисоблаб чиқилади;
- дастлабки маълумотларни ЭХМга киритиш учун тайёрлаш жараёни осонлашади;
- битта конструкцияни ҳисоблашда турли элементлар (стерженлар, пластиналар ва бошқалар) дан фойдаланиш мумкин.

Кабина конструкциясининг геометрик ва физик жиҳатдан сферасимонлигини ҳисобга олиш учун қадамма-қадам юклаш алгоритмидан фойдаланиш қулай. Бунда ташқи ҳисобий юклама кетма-кет тушириладиган кичик қисмларга бўлиб чиқилади. Бунда ҳар қандай кетма-кет бажариладиган ҳисоблаш қадамида юклама босқичма-босқич ошиб боради ва охириги босқичда берилган чегаравий қийматга етади. Бундай кадамнинг ҳар бирида конструкциянинг ҳолати чизиқли деб ҳисобланади; чегаравий юкламага

яқинлашиш босқичида чўзилиш-сиқилиш диаграммасига муофик материалнинг эластик-пластик тавсифларига тузатиш киритилади.

Берилган юкламанинг ечимини ҳосил қилиш жараёнини ночизиқли масалаларни ечишнинг бошқа усулларида фарқли равишда, физик жиҳатдан оддий талқин қилиш мумкин, статик юкланишда конструкциянинг деформацияланиб бориш жараёнига тақлид қилинади. Шу сабабли бу ерда конструкциянинг ҳимоялаш хусусиятларини баҳолаш учун зарур бўлган деформация энергиясини ҳисоблаш қийин бўлмайди.

Материалнинг эластик пластик ишини баён қилиш учун алгоритмга пластик шарнирлар принципи ёрдамида ҳосил қилинган бикирлик матрицалари киритилади. Бўйлама-кўндаланг эгилишнинг таъсирини ҳисобга олиш ва стерженнинг чидамлилигини текшириш учун стерженнинг бикирлик матрицасига геометрик бикирлик матрицаси кўринишидаги тузатишлар киритиш зарур. Бундай ҳисоблаш вариантыда, стерженнинг узунлиги бўйича кесимлардаги эластик-пластик деформациялар ҳақиқий тақсимланишини ҳисобга олишга қараганда, ҳисоблашлар ҳажми анча кичикдир.

Эластик конструкцияларни чекли элементлар усули ёрдамида ҳисоблашнинг асосий босқичлари қуйидагилар:

- конструкцияни маҳкамлаш ва юкланиш шартлари ҳақидаги дастлабки маълумотлар киритилади;
- алоҳида элементларнинг эластик-пластик бикирлик матрицалари ҳисоблаб чиқилади;
- конструкциянинг бикирлик конструкциялари яхлит ҳолда тузилади;
- бикирлик матрицасига берилган чегаравий шартлар киритилади;
- узелларнинг сурилишиларига нисбатан тенгламалар системалари ечилади;

- конструкциянинг кучланиш деформацияланиш ҳолати параметрлари ҳисобланади.

Мобил машиналарнинг кабиналарини ҳисоблашнинг мавжуд усулларини таҳлил қилиш асосида тракторсозликда шу соҳага оид методика ишлаб чиқилган. Унда қабул қилинган конструктив ечимларнинг мустаҳкамлиги ва ҳимояловчи конструкциялар кесимларининг ўлчамлари стандартланган юкланиш шартларига мос келишини текшириш кўзда тутилади.

Ҳисоблаш алгоритми ва дастурини тузишда қуйидаги тахминлар қабул қилинган:

1) трактор ағдарилганда ҳимояловчи конструкциянинг юкланиш квазистатик, яъни статик юкланишга эквивалент деб ҳисобланади (эквивалент статик юклама қиймати ГОСТ 12.2.002-81, ИСО 5700-82 стандартларидан олинади);

2) трактор кабиналарининг ҳимояловчи конструкциялари мустаҳкамлигини баҳолашнинг асосий кўрсаткичлари статик юкланишнинг стандарт шартларига мос келувчи рухсат этилган энг катта деформациялардаги юклама ва энергиянинг қийматларидир;

3) ҳимояловчи конструкцияларнинг ҳисобий схемаси фазовий рамалар шаклида берилган;

4) ҳимояловчи конструкциянинг стержени тўғри чизиқли, узунлиги бўйича кесими ўзгармас. Конструкцияга тушадиган юкламалар тўпланган узелларга туширилган;

5) пластик деформациялар бикир-пластик схема бўйича ривожланиб, стерженнинг энг кўп юкланган кесимларида фазовий пластик шарнирлар ҳосил қилади.

Биринчи тахмин ҳимояловчи конструкцияларни синаш шартларидан келиб чиқади. Учинчи тахмин бутунлай табиий ҳисобланади, чунки у энг

истикболли бўлиб, қувватли тракторлар учун ягона ечим ҳамдир-яъни каркасли кабиналар қўлланади.

Тўртинчи тахмин конструкциянинг математик моделини жиддий соддалаштириш имконини бериб, унинг умумийлигини камайтирмайди, чунки стерженнинг эгри чизиқли ва ўзгарувчан кесими тўғри стерженлар тўплами билан осон аппроксимация қилинади. Шу тарзда тақсимланган юкламаларни тўпланган юкламалар тўпламига ўхшатиш мумкин. Стерженнинг узунлиги бўйича нукталардан бирига юклама тушириш керак бўлганда бу нукта конструкциянинг узели сифатида тавсифланади.

Пластик шарнирлар принципи конструкция стержени ишининг эластик-пластик хусусиятини оддий ҳисобга олиш имконини беради. Бошқа усулларга қараганда, у, ҳисоблаш натижаларининг аниқлиги қониқарли бўлганда, ҳисоблашларнинг минимал ҳажмини, шунингдек ҳисоблаш натижаларининг таҳлили ва талқинининг оддийлигини таъминлайди. Охирги тахмин фазовий стержен конструкциясининг эластик-пластик деформацияланишини эластик ва бикри пластик деформацияланиш суперпозицияси сифатида кўриб чиқиш ҳамда конструкцияларнинг чегаравий мувозанати назарияси ҳолатининг пластик ташкил этувчисини баён этиш учун фойдаланиш имконини беради.

Стерженнинг оқувчанлик шартларини баён этувчи ифодалар кесимнинг шаклига боғлиқ, шу сабабли ҳисоблашнинг қийинлигини камайтириш ва универсаллигини ошириш мақсадида тахминий формулалардан фойдаланилади.

Конструкциянинг деформацияланиш жараёнини ҳисоблаш учун, масалан, деформацияли пластиклик назариясига қараганда, пластик оқишга асосланган нисбатлардан фойдаланиш ҳимояловчи конструкцияларда юзага келиши мумкин бўлган катта деформацияларни моделлаш имконини беради. Ҳимояловчи кабинанинг эни 1200...1500 мм бўлганда шу йўналишда 500 мм гача деформацияга рухсат берилади [8].

I боб бўйича хулосалар

Мавзу бўйича мавжуд адабиётлар, илмий ва амалий қилиган ишларни ўрганиб чиқиб қуйидаги хулосалар қилинди:

Ҳозирги кунда ишлаб чиқарилаётган ТТЗ 80.10 трактори кабинасига оператор учун баъзи бир қулайликларни ўрнатиб бўлмаслиги, эргономик жиҳати пастлиги, кўринувчанлик даражаси пастлиги билан ҳозирги замон талабларига мос эмас.

Юқоридаги камчиликлар бартараф қилинган, қўйилган талабларга жавоб берадиган, айниқса пассив ҳавфсизлиги таъминланган кабина яратиш учун ишлатиладиган балкаларнинг рационал кесим юзаларини аниқлаш керак ва шу балкалар ёрдамида яратилган каркасни мустаҳкамликка синаш керак.

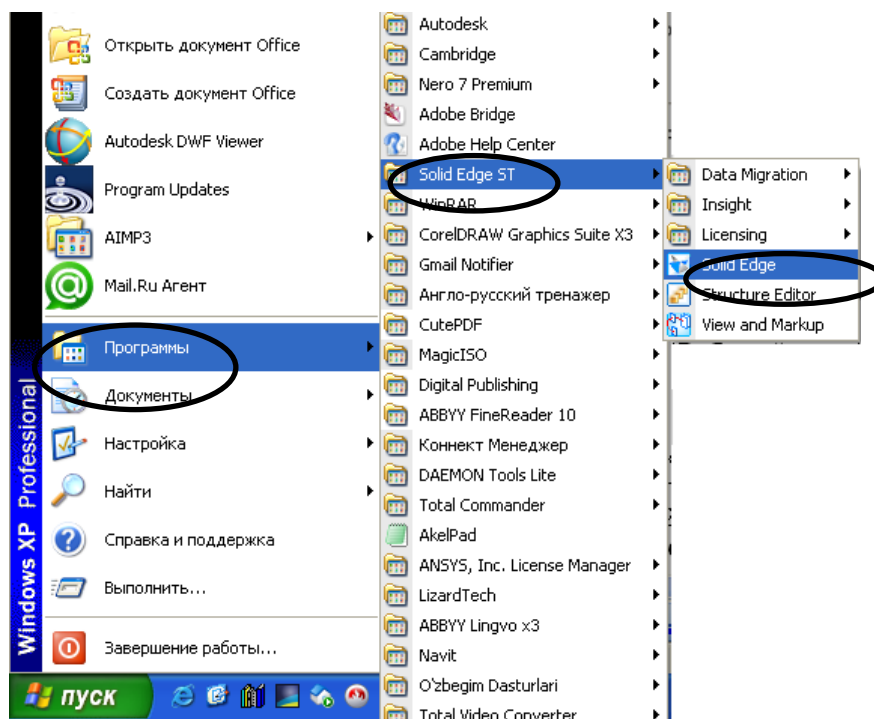
Олиб борилган назарий тадқиқотларимизга кўра мураккаб контрукцияга эга бўлган каркасларни мустаҳкамликка синаш учун чекли элементлар усули энг яхши усуллардан бири экан.

II боб. Трактор кузовини CAD/CAE тизимида моделлаштириш

2.1. TT3 80.10 трактор кузовини Solid Edge 21 дастурий комплексида моделлаштириш

TT3 80.10 трактор кузовининг уч ўлчовли моделини яратиш учун ишни **Solid Edge** дастурини ишга туширишдан бошлаймиз.

Solid Edge дастурини ишга туширишнинг икки усули мавжуд. Биринчи усул-дастурни ишга тушириш учун қуйида (2.1.1-расм) келтирилган кетма-кетликка риоя қилиш зарур, яъни |Пуск| → |Программы| → |Solid Edge ST| → |Solid Edge|.



2.1.1-расм. “Soldi Edge ST” дастурини ишга тушириш.

Иккинчи усул |**Рабочий стол**| да жойлашган дастур белгиси (иконкаси)



устиди икки марта  босиш лозим.

Юқоридаги кетма-кетлик бажарилгандан кейин экранда **Solid Edge** бош менюси (2.1.2-расм) пайдо бўлади. Бу ойна бир неча бўлимлардан иборат: **Create, Open, Tutorials, Favorite Links** ва **Tip of the day**.

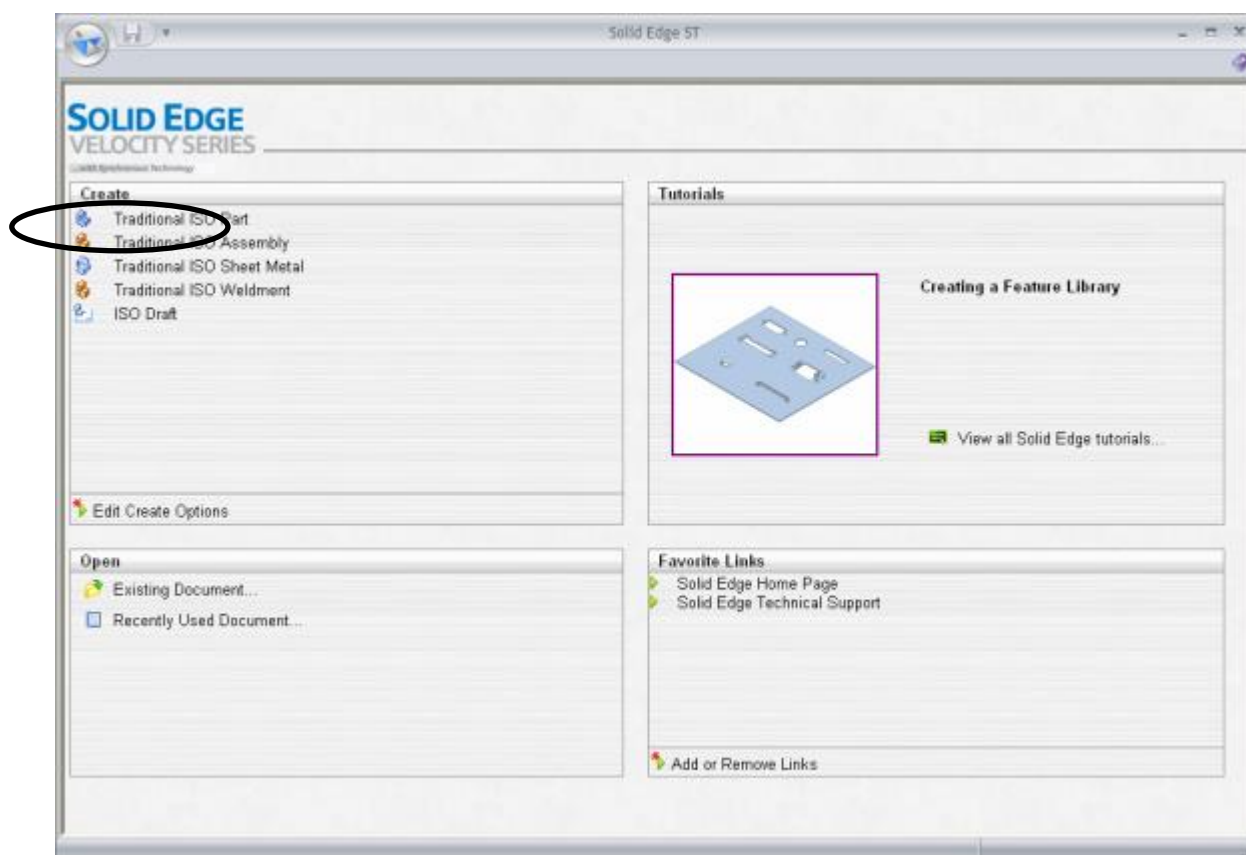
Open дарчасида олдиндан тайёрланган, файл кўринишида сақланган лойиҳаларни очиш (юклаш) амалга оширилади. Бу дарчада **Solid Edge** дастурида сўнгги бор фойдаланилган лойиҳалар рўйхати кўриниб туради.

Tutorials дарчасида **Solid Edge ST** дастурида моделларни яратиш кетма-кетлиги тушунтирилган.

Favorite Links дарчасида дастур ҳақидаги ёрдамчи маълумотларни Интернетдан олиш бўйича мурожаат манзиллари келтирилган.

Tip of the day дарчасида дастурдан фойдаланиш имкониятлари тўғрисидаги маълумот берилади.

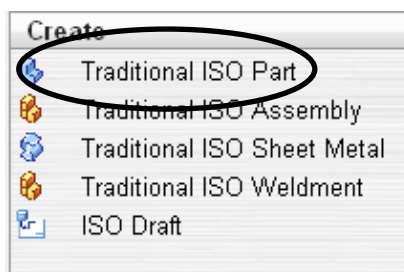
Create менюсида лойиҳалашнинг турли усуллари келтирилади: Деталларни лойиҳалаш (***Traditional ISO Part***), стандарт листдан турли хил деталларни лойиҳалаш (***Traditional ISO Sheet Metal Part***), йиғмалар (***Traditional ISO Assembly***) ва деталларнинг муҳандислик чизмалари (***Traditional ISO Draft***) [6].



2.1.2-расм. Solid Edge V20 дастури бош менюси.

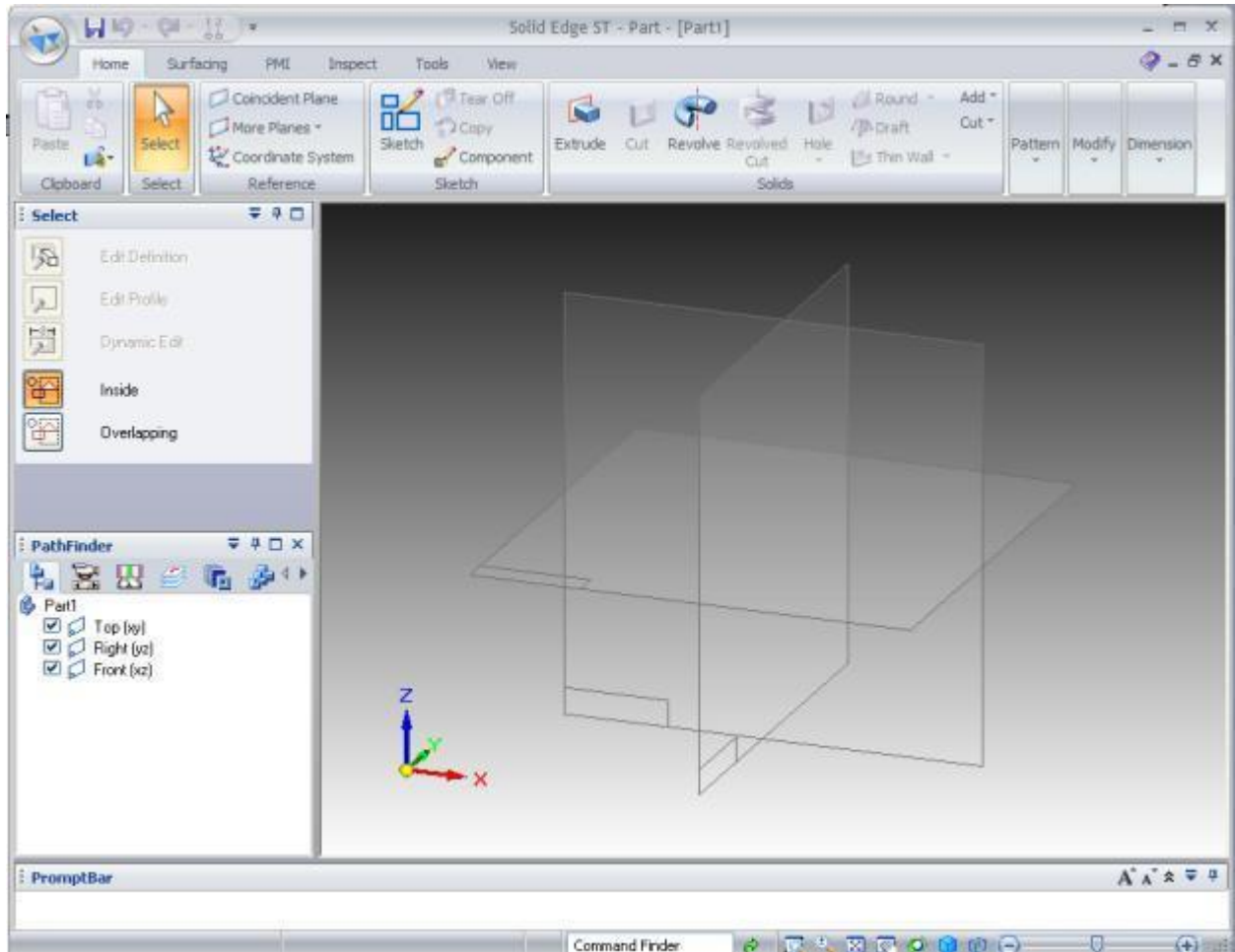
Биз моделни яратишда куйида **Create** менюсидаги **Traditional ISO Part** бўлимидан фойдаланамиз.

Solid Edge V21 дастури бош менюсидаги **Create** менюси очилиши билан ундаги бўлимлар номларидан иборат меню пайдо бўлади. Деталларни лойиҳалаш учун ушбу менюдан **Traditional ISO Part** бўлими танланади (2.1.3-расм).



2.1.3 -расм. Create менюси.

Бўлим танлангач, экранда **Solid Part** бўлимининг асосий ойнаси очилади.



2.1.4 -расм. “Solid Part” бўлимининг асосий ойнаси кўриниши.

“Solid Part” бўлими ишга тушгандан кейин пайдо бўлган ойнада (2.1.4-расм) қуйидаги блоклар мавжуд:

“Menu bar” – асосий меню;

“Main toolbar” – инструментлар (асбоблар) панели;

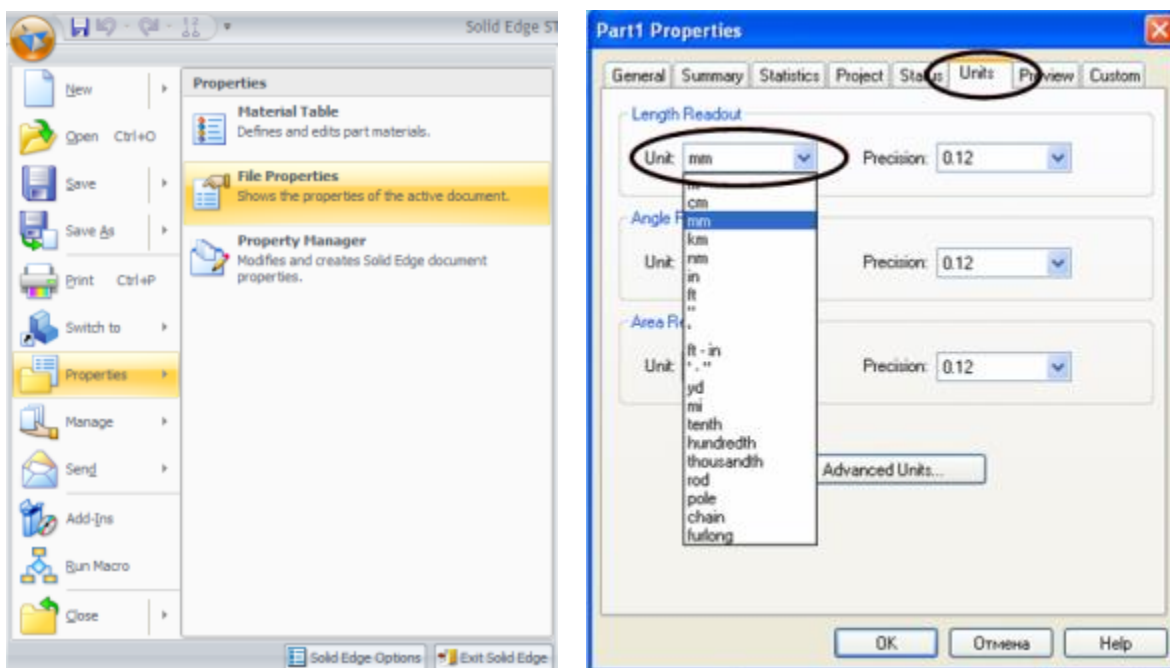
“Ribbon bar” – параметерларни ўзгартириш панели;

“**Prompt area**” – промпт ойнасида бажарилиши лозим бўлган амаллар кетма-кетлиги акс эттирилади. Бу ойна фойдаланувчига моделларни лойиҳалашда ёрдам бериш вазифасини ҳам бажаради;

“**Edge bar**” – ойнада қадамба-қадам амалга оширилган ишлар акс эттирилади;

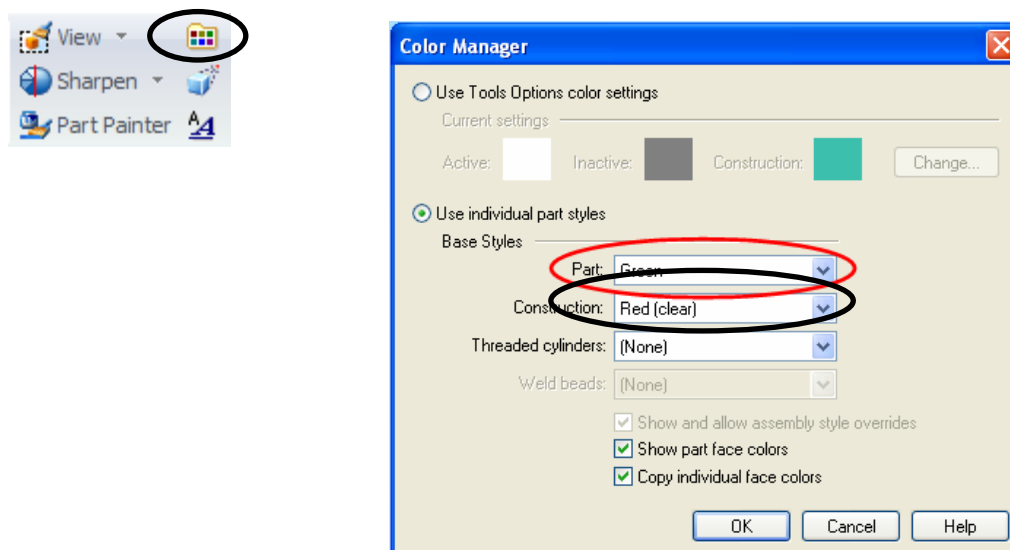
“**Featrures toolbars**” – яратиш инструментлари панели. Икки ўчовли шакл яратиб, уни уч ўлчовли шакл кўринишига ўтказиш ва улар устида амаллар бажариш имкониятлари айнан шу панелда жойлашади.

Стандарт ҳолатларда “**Solid Part**” бўлимида узунлик ва куч ўлчов бирликлари сифатида **мм** (миллиметр) ва **Н** (Ньютон) танланган бўлади. Бироқ, ўлчов бирлигини ўзгартириш керак бўлган ҳолларда **|File| → |Properties| → |File properties| → |Units| → |mm|** (2.1.5-расм) қадамларини амалга ошириб, бошқа ўлчов бирлигига ўзгартириш мумкин.



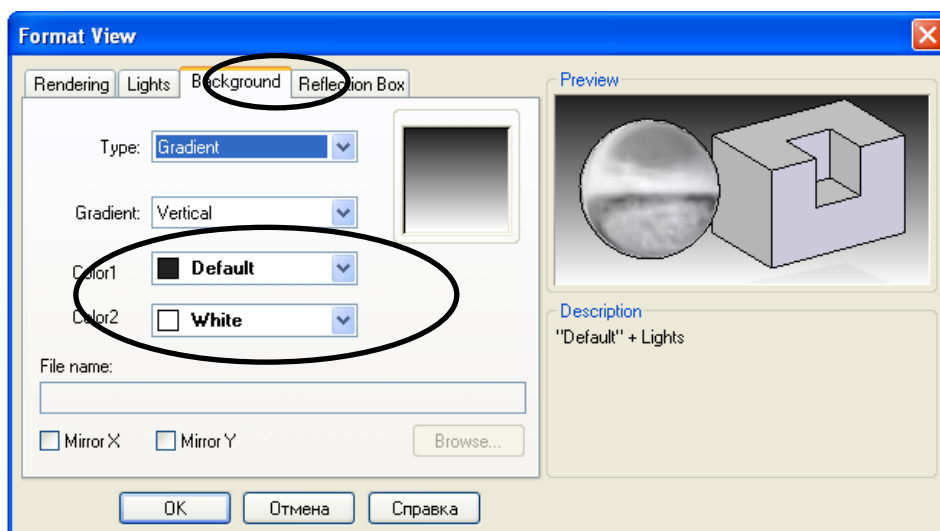
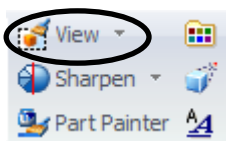
2.1.5-расм. “**Solid Part**” бўлимида ўлчов бирликларни ўзгартириш имконияти.

Лойихаланган детал рангини, бошқа ранга ўзгартириш учун асосий менюдан **|View| → |Color Manager| → |Part|** қадамларни амалга оширган ҳолда ўзгартирилади (2.1.6-расм).



2.1.6-расм. “Solid Part” бўлимида ранг яратиш ойнаси.

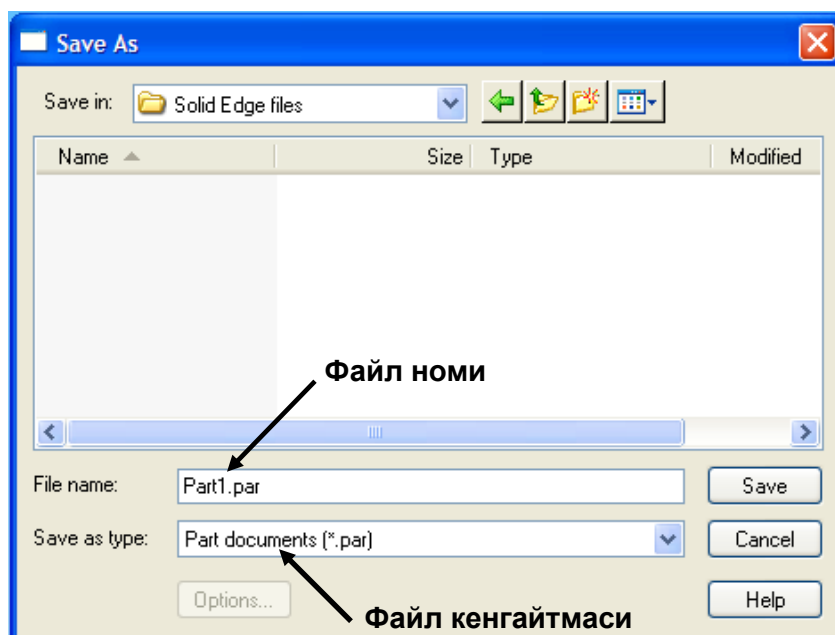
Solid Edge ST дастурида иш ойнасининг орқа фони одатда қора рангда бўлади. Бу рангни ҳам ўзгартириш мумкин. Бунинг учун **| View | → |Format view| → |Background| → |Color 1|** ва **|Color 2|** позицияларида иш ойнасининг орқа фони учун ранг танланади (2.1.7 -расм).



2.1.7-расм. “Solid Part” бўлимида иш ойнаси орқа фони рангини ўзгартириш имконияти.

Файлни сақлаш учун асосий меню **|File|** → **|Save|** қадамларини амалга ошириш ёки клавиатурадан **Ctrl + S** тугмаларини босиш лозим. Булардан ташқари яна бир усул - Инструментлар панелида жойлашган  тугмаси ёрдамида ҳам файл сақланади.

Файлни бошқа ном билан сақлаш учун **|File|** → **|Save as|** қадамларини амалга ошириш лозим. Бундай ҳолда **Save As** ойнаси (2.1.8-расм) экранда пайдо бўлади.

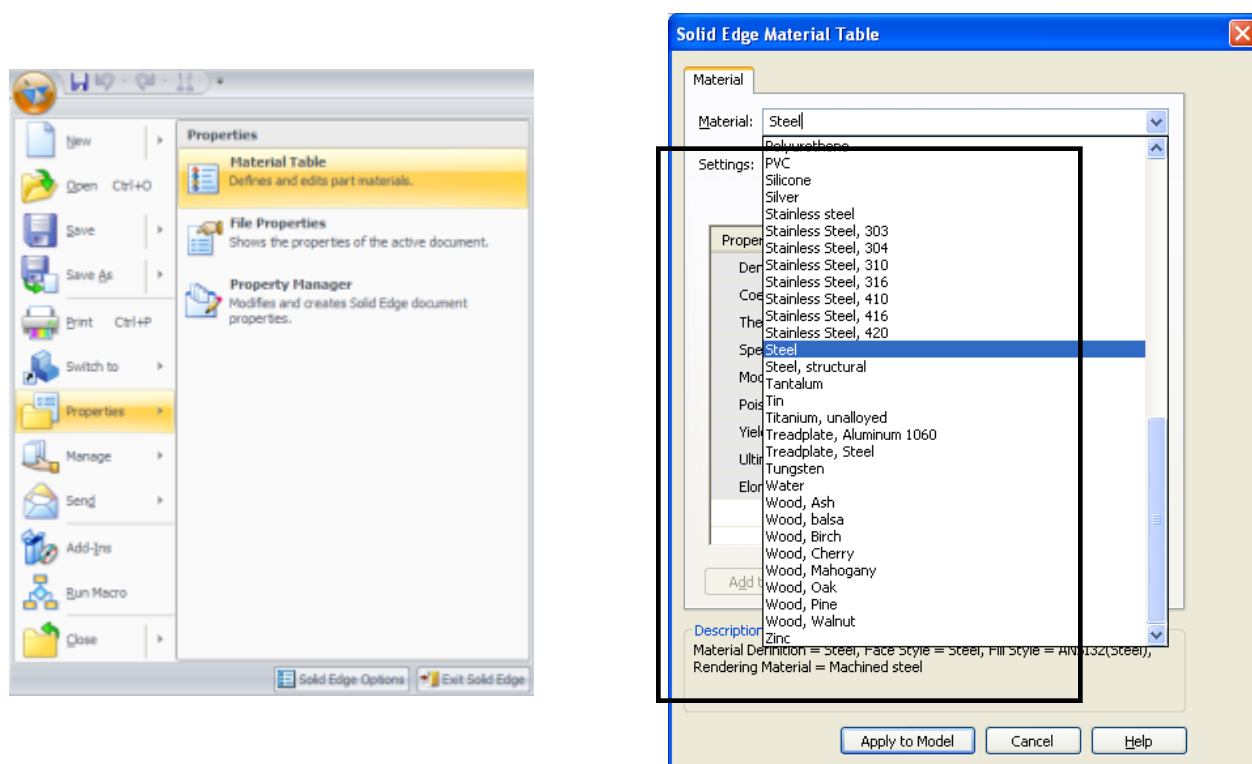


2.1.8-расм. Файлни сақлашнинг **Save As** ойнаси.

Сақлашни доим фойдаланувчи ўз хоҳишига кўра, айниқса лойиҳанинг ҳар бир мувоффақиятли кўринишига эга бўлган ҳолларда амалга оширилиши мақсадга мувофиқ, бунда **Ctrl + S** тугмаларидан фойдаланилади.

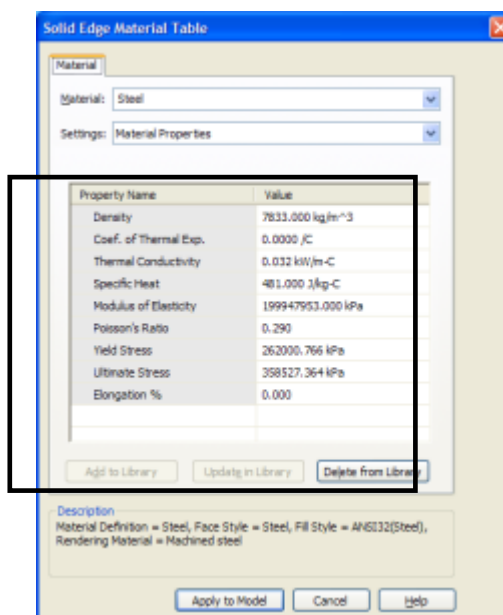
Бизга маълумки, инженер бирон бир детални лойиҳалашдан олдин физик характеристикасини ҳисобга олган ҳолда, у ясаладиган материални аниқлаб олиши керак. Материални тўғри танлаш деталнинг пухталиқ даражаси гаровидир. **Solid Edge ST** дастурида ҳам материал танлаш имконияти мавжуд.

Детални лойиҳалашдан олдин унга материал танлаш |  | → **|Properties|** → **|Material Table|** → **|Material|** қадамлари орқали амалга оширилади (2.1.9-расм).



2.1.9-расм. Деталга материал танлаш ойнаси.

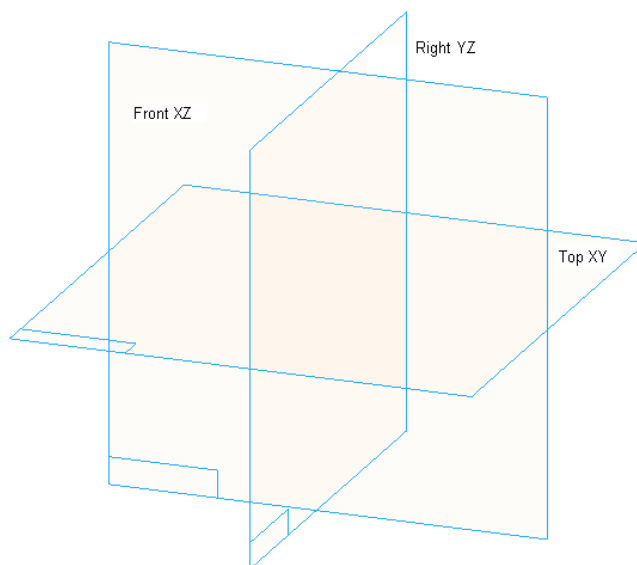
Деталга материал танлангандан сўнг шу материалнинг физик характеристикасини кўриш мумкин (2.1.10-расм).



2.1.10-расм. Деталга танланган материалнинг физик характеристикаси.

Трактор кузови каркасида ишлатиладиган балкаларнинг икки ўлчовли чизиқларни чўзиш ва турли шаклдаги чизиқларни бирлаштириш орқали уч ўлчовли кўринишларини яратамиз.

Икки ўлчовли чизиқларни чизиш учун **Sketch** панелидаги , яъни эскиз имкониятидан фойдаланилади. Икки ўлчовли чизиқни яшаш учун  тугмасини босиб, керакли текисликлардан бирини (2.1.11-расм) танлаймиз.



2.1.11-расм. Текисликлар.

Танланган текисликда  тугмаси ёки  имконияти орқали каркасининг асос қисмида жойлашган балкасининг икки ўлчовли кўринишини яратиб оламиз ва уни уч ўлчовли шакл кўринишини яратиш учун  инструментида фойдаланамиз мумкин. Лекин бажарилаётган ишимизда

кадамлар сонини камайтириш мақсадида моделимизни қуйидаги кетма-кетликда яратамиз.

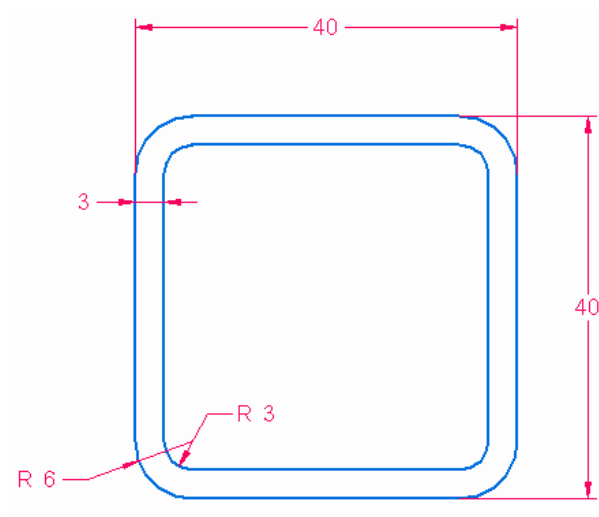


(чўзиш) тугмасини



босиб, *Front XZ* текислиги танланади. *Front*

XZ текислигида икки ўлчовли шакл чизилади (2.1.12-рasm) ва , яъни қабул қилиш тугмаси босилади.

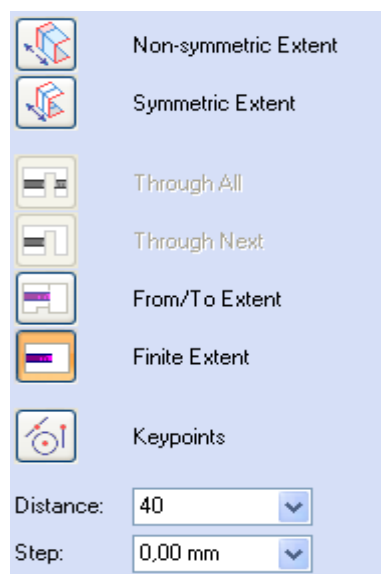


2.1.12- расм. Балканинг икки ўлчовли шакли

Сўнгра параметерларни ўзгартириш панелидан ёпиқ контурли чизиқни чўзиш йўналиши ва қанча масофага (одатда мм) чўзиш кўрсатилади (2.1.12-рasm). Бизнинг моделимизда ёпиқ контурли чизиқ 1341 мм масофага чўзилди.

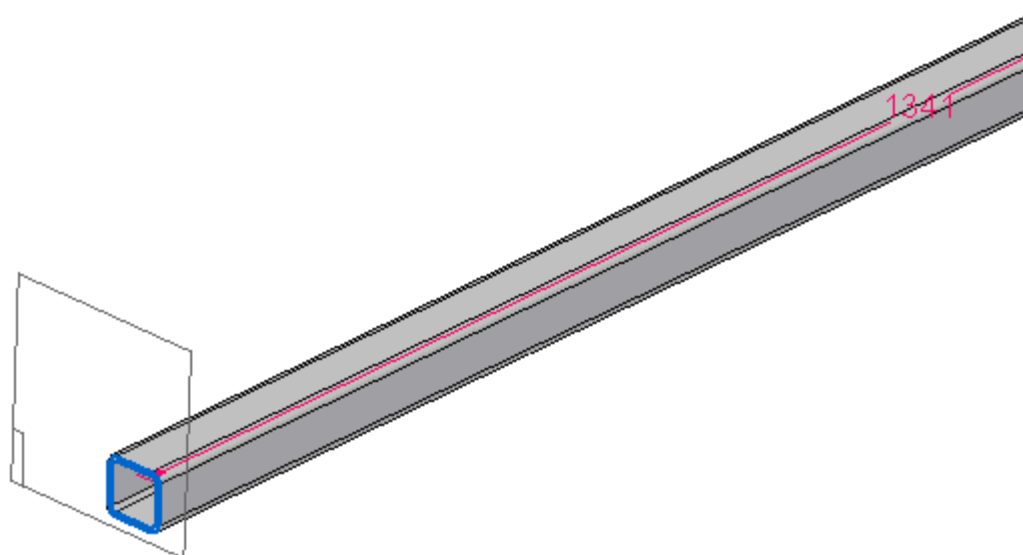
Бунда  **Finite Extent** тугмаси параметери қўлланилади.

Чўзиш учун чизиқлар ёпиқ контурга эга бўлишлари шарт.



2.1.12-расм. Ribbon bar, яъни параметрларни ўзгартириш панели.

Тайёр бўлган (чўзилган) уч ўлчовли шакл қуйидаги кўринишга келади (2.1.13-расм).



2.1.13-расм. “Extrude” имкониятидан фойдаланиб яратилган шакл.

Бунда икки ўлчовли чизиқ **Extrude** имконияти ёрдамида чўзилди.

Чўзиш параметерларини **Ribbon bar**, яъни параметерларни ўзгартириш панелида (2.1.12-расм) ўзгартириш мумкин. Бу ерда бир қанча муҳим чўзиш параметерлари бор: **Non-symmetric Extent**, **Symmetric Extent**, **Through all**, **Through next** ва **Finite Extent**.

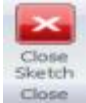
Non-symmetric Extent () тугмаси уч ўлчовли шаклларни носимметрик, яъни қарама-қарши йўналишда турли хил ўлчамда чўзади.

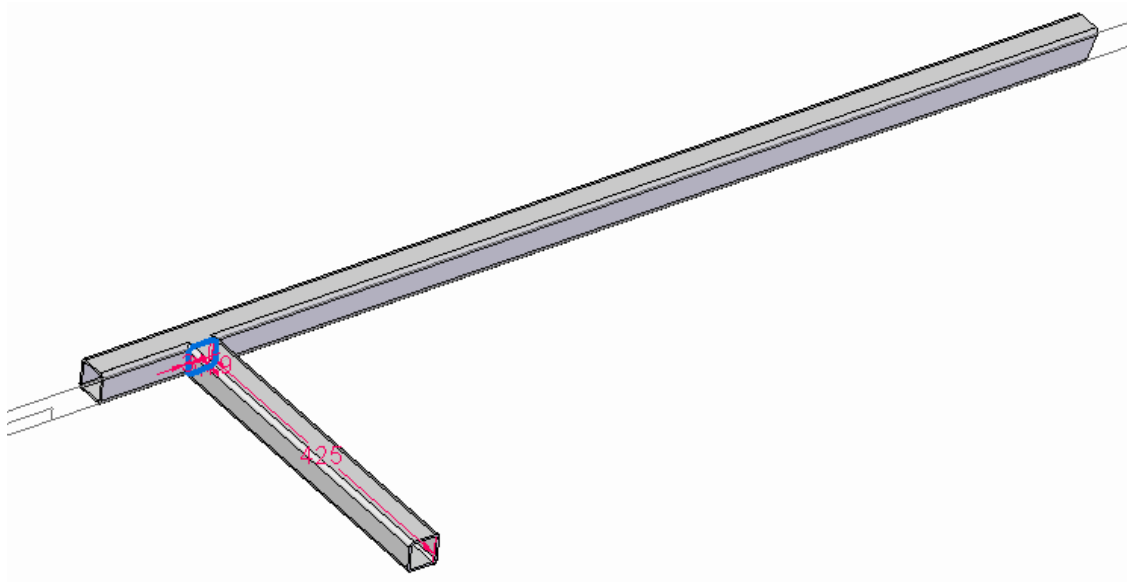
Symmetric Extent () тугмаси ёрдамида уч ўлчовли шакллар симметрик равишда бир хил ўлчамда чўзилади.

Through next тугмаси икки ўлчовли шаклни биринчи юза сиртигача чўзади.

Уч ўлчовли шаклга қўшимча ишлов бериш учун, яъни конус ёки пирамида ҳолатларига келтиришда  **Treatment Step** тугмасидан фойдаланилади.

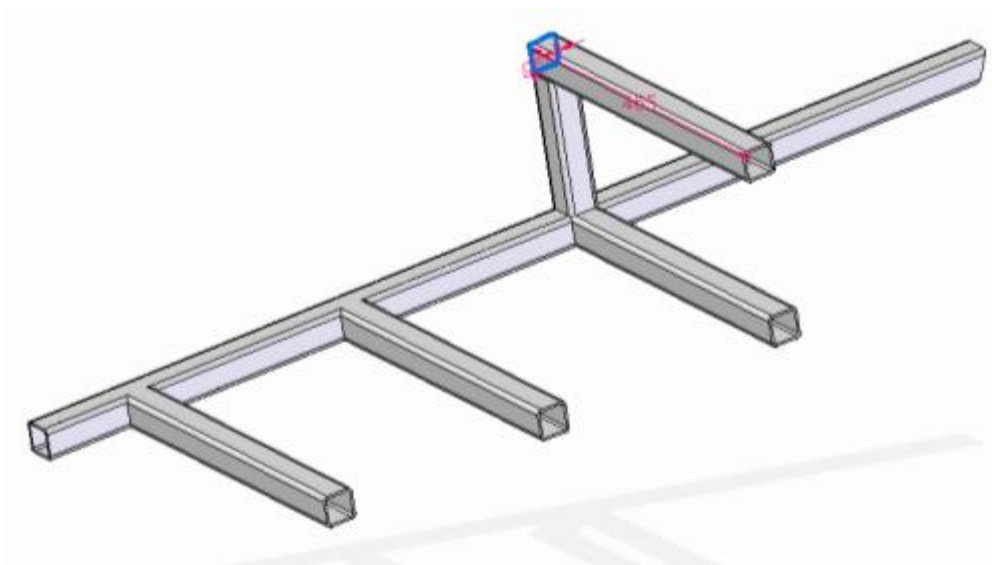
Моделни давом эттириш учун  **Extrude** тугмасини босамиз ва яратилган балканинг ён текислигини танлаймиз ва шу текисликда 2.1.12- расмдаги икки

ўлчовли шаклни чизамиз ҳамда  тугмаси босилади. Сўнг шаклни 425 мм гача чўзамиз ва моделнинг кейинги кўриниши тайёр бўлади (1.1.14-расм).



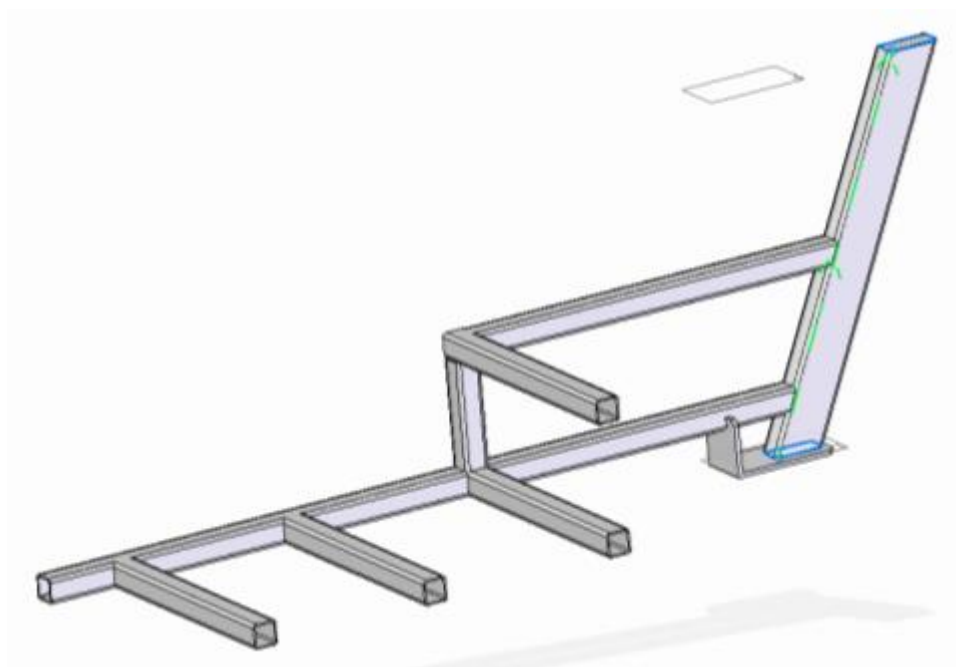
1.1.14-расм. Моделнинг боўланғич ҳолати.

Юқоридаги кетма-кетликдаги ишлар бажарилиб моделнинг қуйидагича кўриниши ҳосил қилинади (1.1.15-расм).

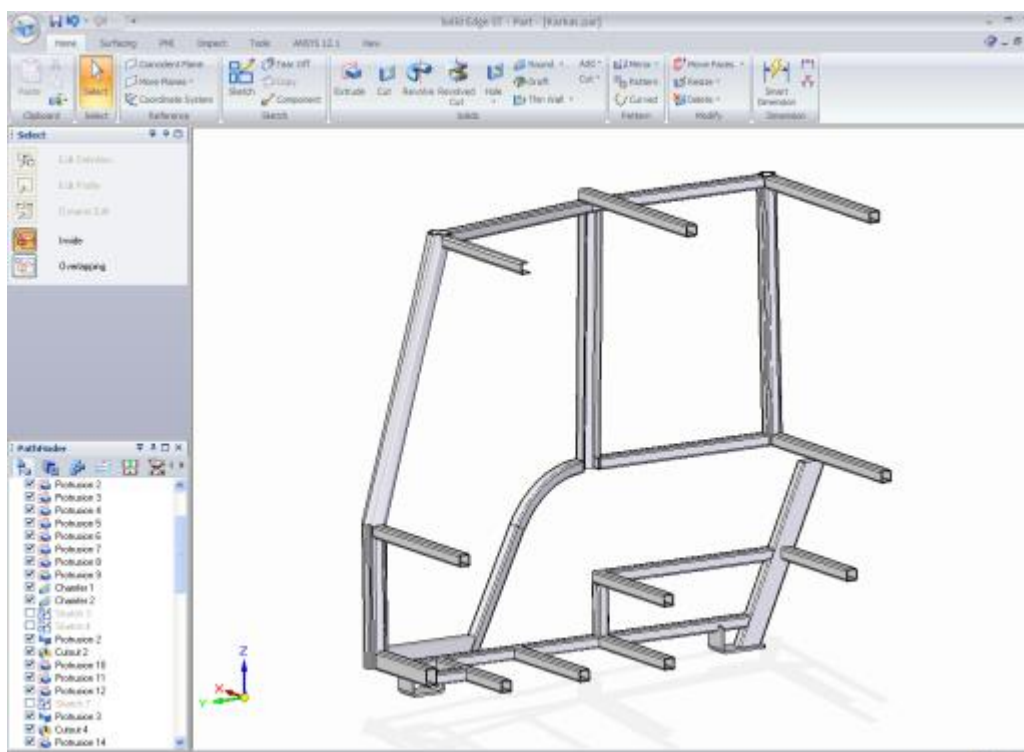


1.1.15-расм. Extrude имконияти ёрдамида яратилган шакл.

Каркасни рамага қотирадиган қисмидан юза танлаймиз вaш у юзага 591 мм масофада параллел юза танлаймиз вa **Sweep** командаси имкониятидан фойдаланиб 1.1.16-расмни ҳосил қиламиз.

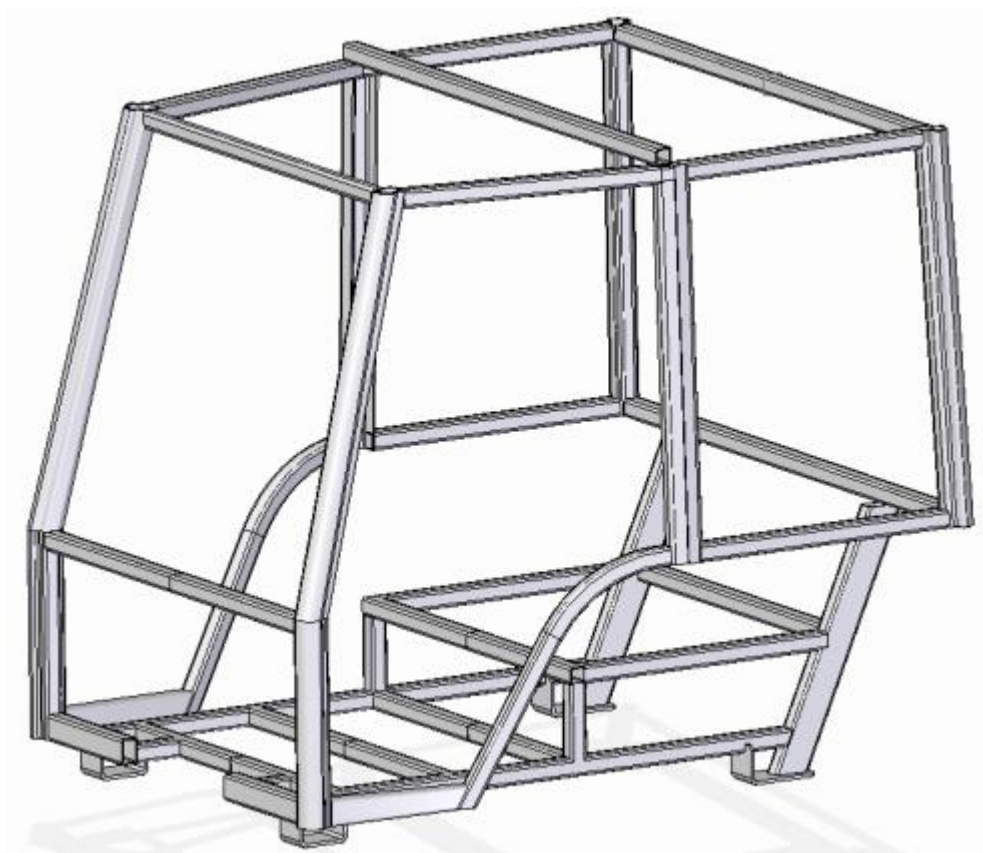


1.1.16-расм. Sweep имкониятлари ёрдамида яратилган кўриниш



1.1.17-расм. Extrude ва Sweep имкониятлари ёрдамида яратилган моделнинг ярим кўриниши.

Яратилган шакл (1.1.17-расм) трактор каскасининг ярим бўлаги бўлиб, каркас тайёр ҳолга келиши учун қолган иккинчи бўлагини ҳам ҳосил қилиш лозим. Бунинг учун  тугмасини босиб, нусха кўчириш керак бўлган шакл белгиланади. Кейинги навбатда нусха кўчириш учун текислик танланилади ва  тугмасини босиб, деталнинг иккинчи ярми ҳосил қилинади (1.1.18-расм).

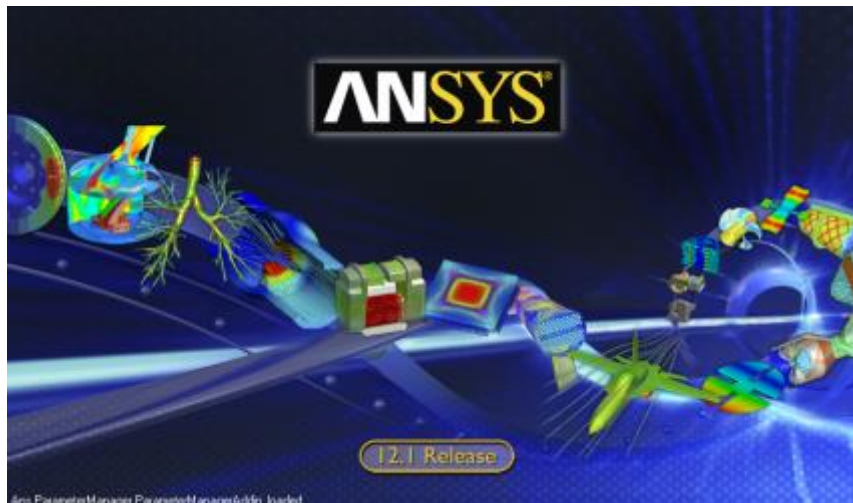


1.1.18-расм.  тугмаси имконияти ёрдамида яратилган тайёр трактор каскаси модели.

2.2. Трактор кузовини мустаҳкамликка текшириш учун чекли элементлар усулини ANSYS 12.1 дастури орқали қўллаш методикаси

ANSYS дастурий комплекси орқали чекли элементлар усулини қўллаш учун дастлаб Solid Edge ST дастурида трактор кузови каркасининг уч ўлчовли моделини яратиш методикаси орқали яратилган моделни ANSYS дастурий комплексига импорт қиламаз. Бундан сўнг ANSYS дастурий комплексида амалга ошириладиган ишларни қуйидаги чекли элементлар усулини қўллашнинг умумлашган алгоритми (2.2.1-расм) орқали бажарамиз.

ANSYS 12.1 дастурий комплексини ишга тушириш учун қуйидаги кетма-кетликка риоя қилиш зарур, яъни |Пуск|→|Программы|→|ANSYS 12.1|→|Workbench| ёки |Ишчи стол| да жойлашган  дастур белгиси устида икки марта  ни босиш лозим. Шундан сўнг ANSYS 12.1 дастури ишга тушиш жараёни бошланади (2.2.2-расм).

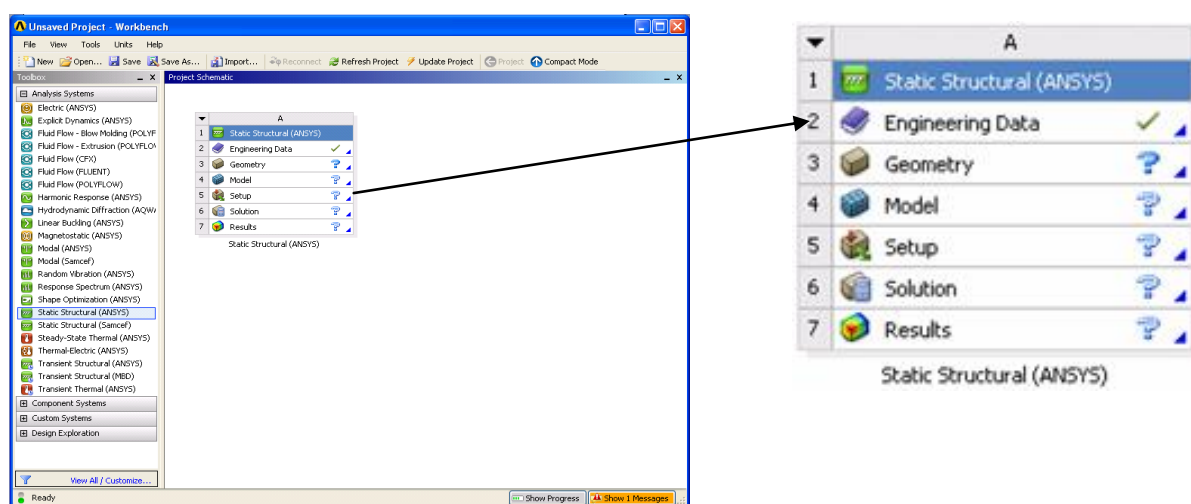


2.2.2–расм. Ansys 12.1 дастурини ишга тушиш жараёни

Ansyes 12.1 дастури ишга тушгандан сўнг Workbench ойнаси очилади, бу ойнада бизга керакли |Analysis System| →|Static Structural(Ansyes)| (7.3-расм) танланади. Static Structural(Ansyes) бўлими устида  икки марта босилади ва

Project Schematic ойнасида Static Structural (Ansys) алгоритими пайдо бўлади. Бу алгоритм қуйидагиларни ўз ичига олади (2.2.3-расм):

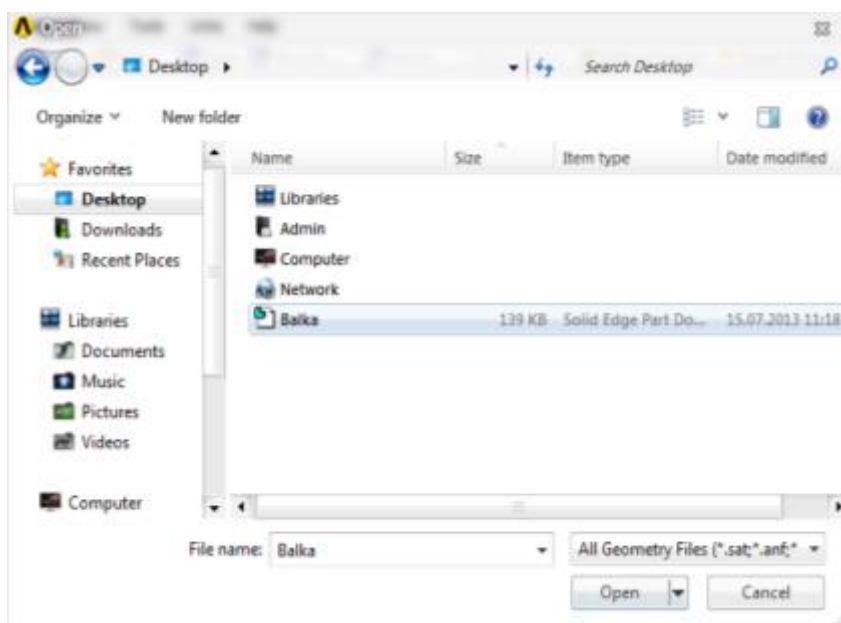
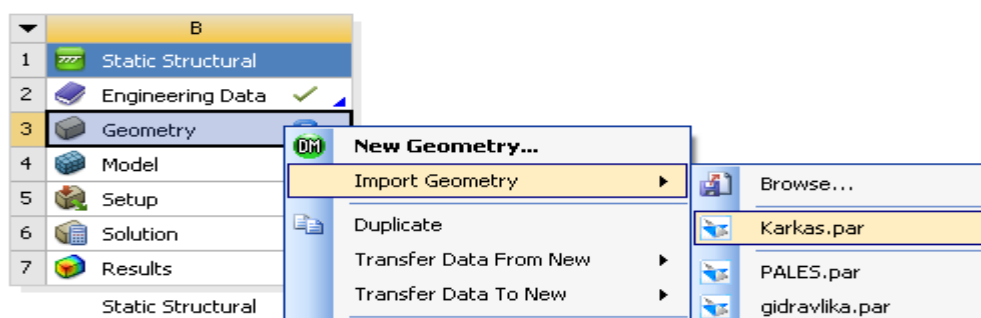
- Техник параметрлар (Engineering Data)
- Геометрик кўриниш (Geometry)
- Модель (Model)
- Ўрнатиш (Setup)
- Хисоблаш (Solution)
- Хисобот (Result)



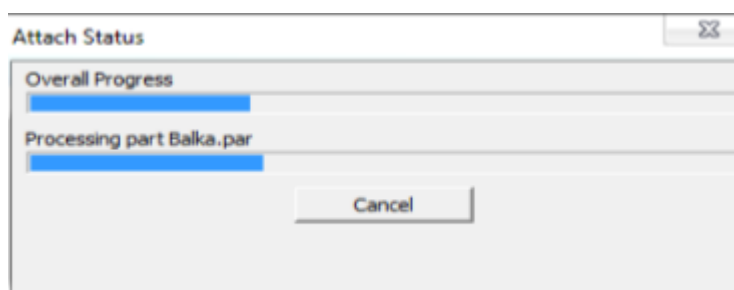
2.2.3–расм. Static Structural (Ansys) бўлимнинг танланиши ва Static Structural(Ansys) алгоритми

Static Structural (Ansys) бўлимида Геометрия (Geometry) устида  босилади ва |Import geometry| → |Browse| → |Karkas| → |Open| (2.2.4-расм) кетма-кетлиги бажарилади. Сўнгра файлни импорт жараёни бошланади. Бу ойнада импорт жараёнини кузатиб туриш талаб этилади.

a)

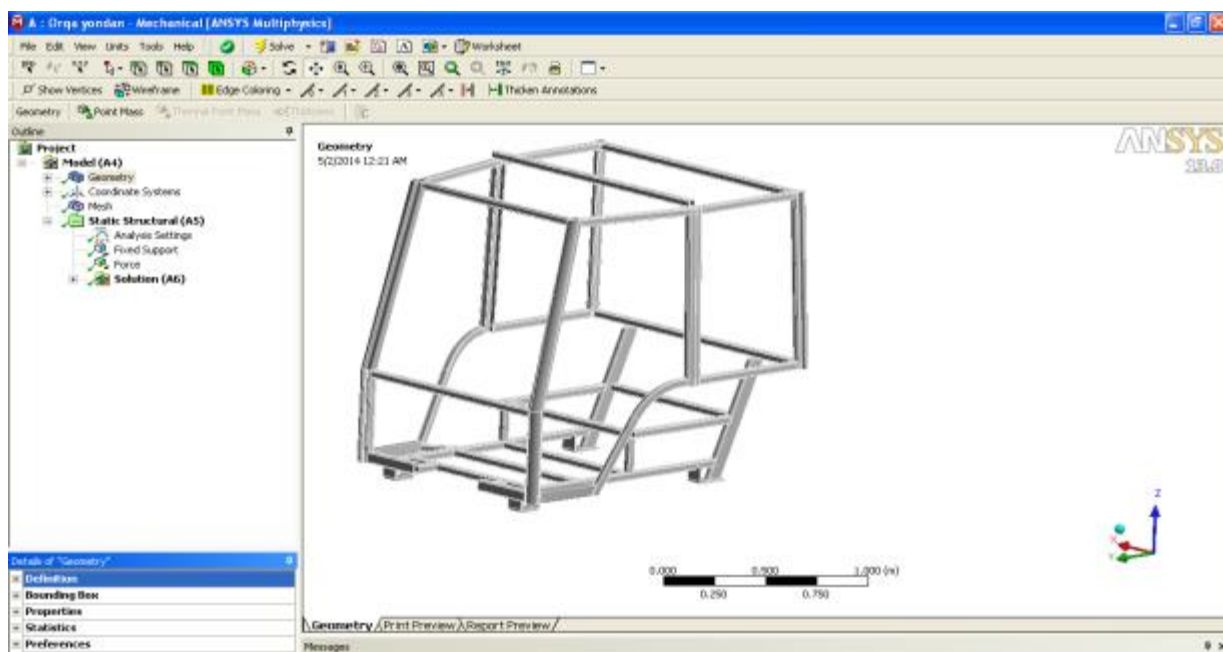


b)



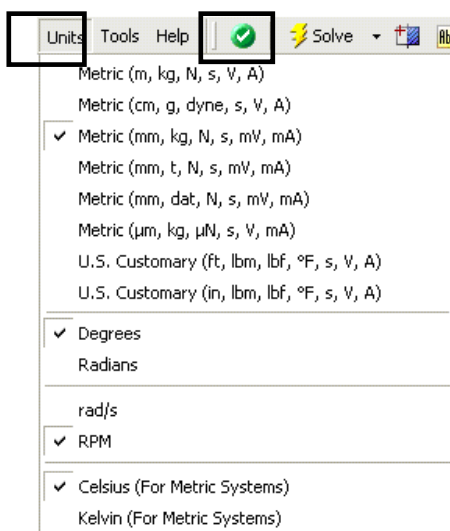
2.2.4–рasm. Каркаснинг импорт жараёни.

Импорт жараёни муваффақиятли амалга оширилгандан кейин **Ansys 12.1** дастурида каркас намоён бўлади (2.2.5-рasm).



2.2.5–расм. Ansys 12.1 дастурида каркас.

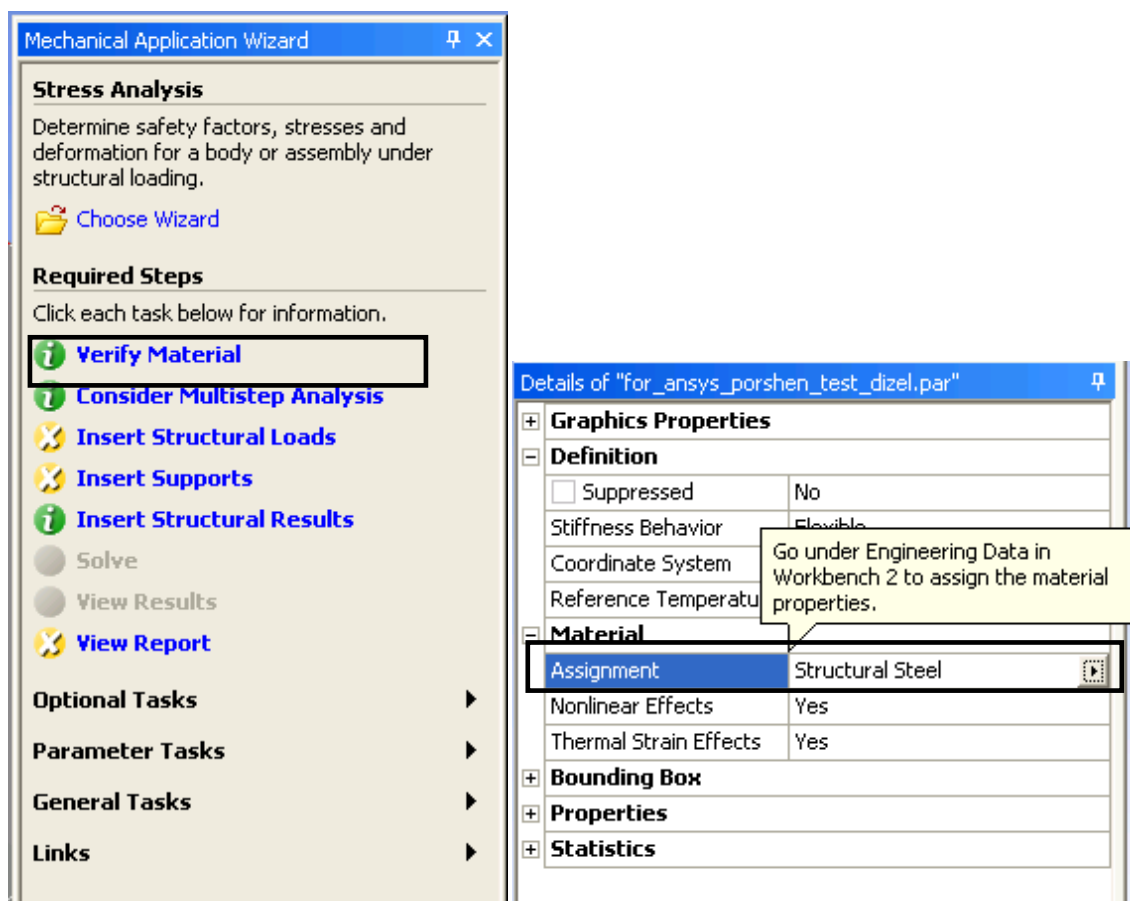
ANSYS дастурида намоён бўлган каркасни чекли элементлар усулида ҳисоблашни бошлаймиз. Ҳисоблашни бошлашдан олдин унинг ўлчам бирлигини кўриб оламиз. Бу амал асосий менюдаги Units бўлими орқали бажарилади (2.2.6-расм). Сўнгра жихозлар панелида  тугмаси босилади.



2.2.6 – расм. Ўлчов бирликлар дарчаси

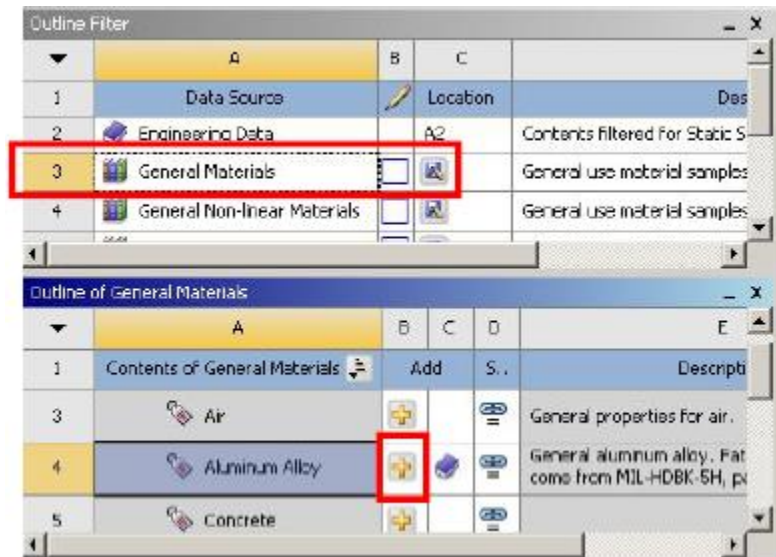
 Mechanical Wizard Application тугмаси чекли элементлар усулида ҳисоблаш кетма - кетлиги айнан шу ойнадан бажарилади (2.2.7-расм).

Материал танлаш (**Verify material**). Бу функция ёрдамида каркасга керакли материални танлашда кўл келади. |Verify Material|→|Detail's|→|Material|→|Assignment| бўлимидан керакли материал танланилади.



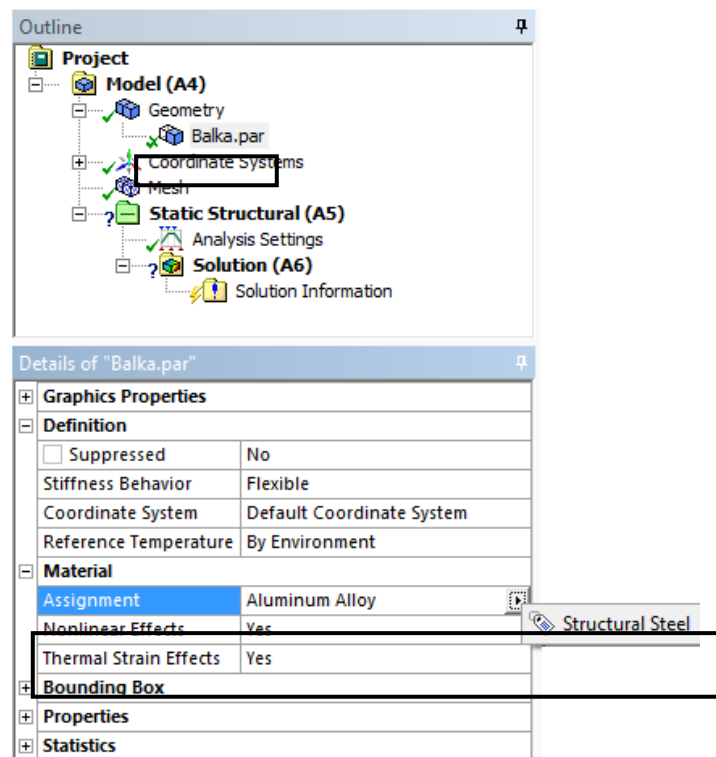
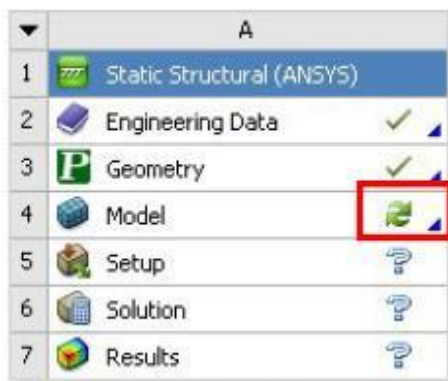
2.2.7 – расм. Балкага материал танлаш ойнаси

Агарда бизга керакли материал бўлмаса Static Structural (Ansys) алгоритими ойнасидан техник параметрлар (Engineering Data) танланади. Сўнгра Outline Filter ойнасидан |General material's| бўлими танланади (2.2.8-расм). Бу бўлимдан бизга зарур бўлган материал устида  тугмаси босилади. Танланган материла моделлар учун ишлатиладиган материаллар рўйхатидан жой олади.



2.2.8-расм. Материаллар рўйхатини ҳосил қилиш

Сўнгра жихозлар панелида | Refresh Project | → | Return to Project | ва Static Structural (Ansys) алгоритми ойнасидан тугмаси босилади. Сўнгра Assignment бўлимидан пўлат (Structural Steel) материали танланади (2.2.9-расм).

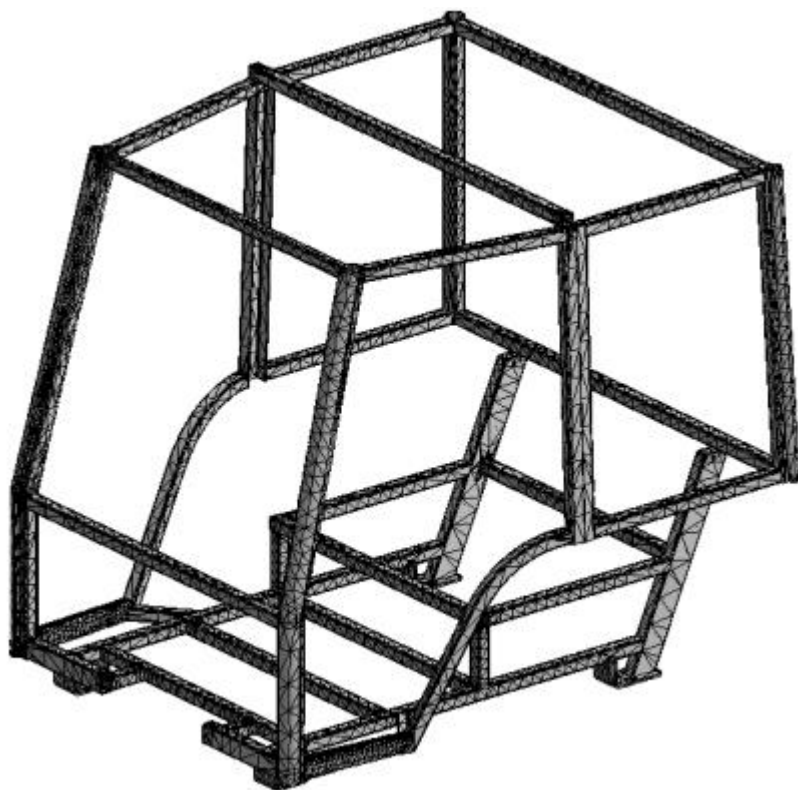


2.2.9 – Расм. Балкага материал тадбиғи

Материал танлангандан кейин каркасни **Mesh** бўлимида чекли элементларга ажратамиз. **Ansys 12.1** дастурида лойиҳаланган моделларни чекли элементларга ажратишнинг 5 тури мавжуд. Булар:

1. **Automatic** (Автоматик)
2. **Tetrahedrons**(Тетраедр)
3. **Hex Dominant**(Ўнolti ёқли)
4. **Sweep** (Юза бўйлаб)
5. **MultiZone**(Кўп ёқли)

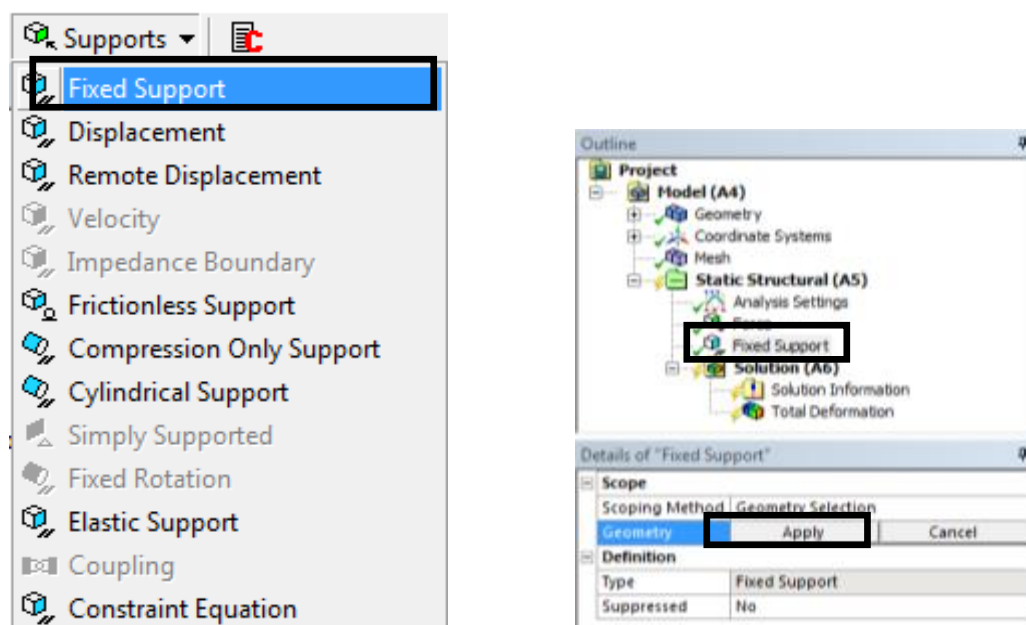
Моделни элементларга ажратганда биринчи навбатда элемент турини аниқлаб олишимиз зарур. Элемент турини танлашда, биз ҳисобламоқчи бўлган модель геометрияси эътиборга олинади. Бизнинг моделда бир нечта хил турдаги балкалар ишлатилгани учун **Automatic** турини танладик ва ниҳоят модель 86488 та элементга ажратилди (2.2.10-расм). Чекли элементларга ажралган моделга чегаравий шартларни берамиз.



2.2.10-расм. Чекли элементларга ажратилган каркас

Қотириш чегаравий ҳолати (**Insert Support**). Бу функция ёрдамида каркасга қотириш чегаравий ҳолати киритилади. Insert Support тугмаси босилгандан сўнгра параметрларни ўзгартириш панелида Supports менюси намоён бўлади (2.2.11-расм). Бу менюдан **Frictionless support** тугмасини босиб, балкада қотириш чегаравий ҳолатларни қўйишни бошлаймиз.

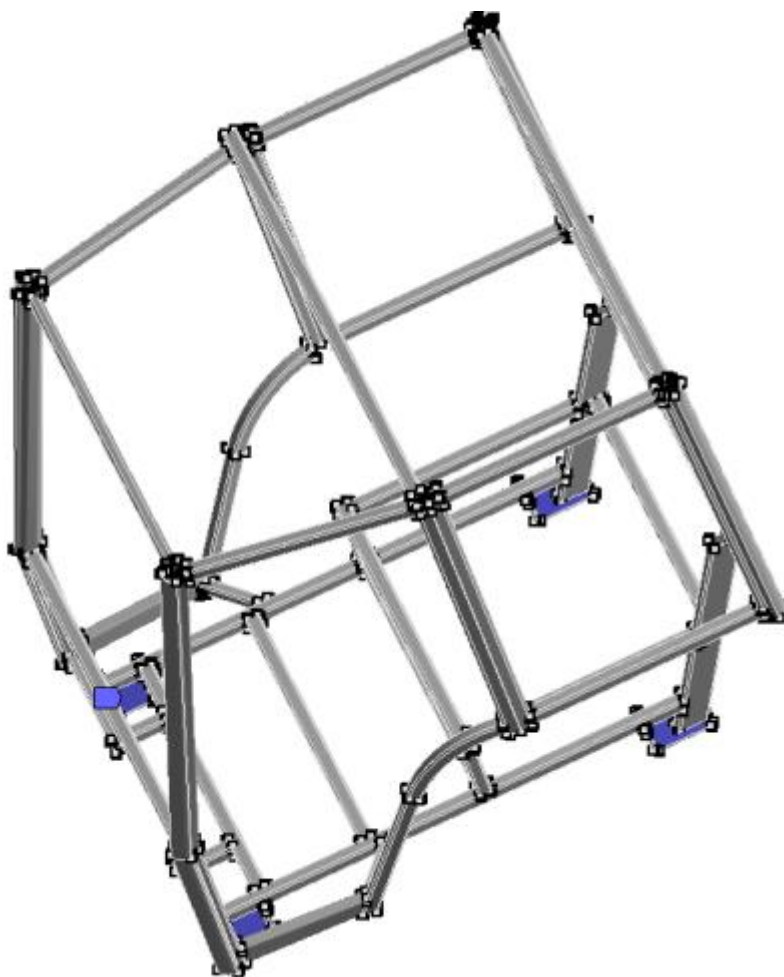
Fixed support тугмаси танланганидан кейин, балканинг қотириладиган юзаси  билан белгиланади ва **Details of “Fixed support”** ойнасидан **Apply** тугмаси босилади.



2.2.11–расм. Қотириш чегаравий ҳолати (**Insert Support**) функцияси

Бизнинг моделда бир вақтнинг ўзида каркасининг пастки қисмида тўртта юза орқали чегаравий шарт белгиланади (2.2.12-расм).

A: Orqa tepadan
Fixed Support
Time: 1, s
28.04.2014 16:14
Fixed Support

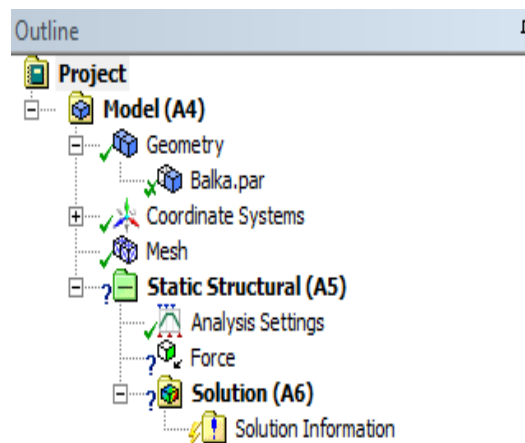
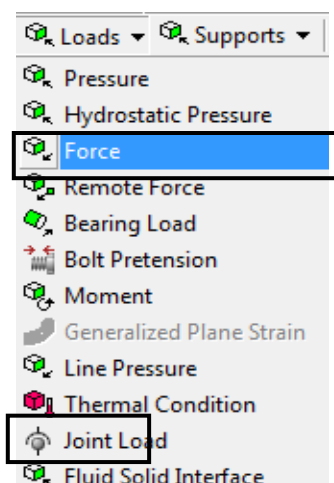


2.2.12-расм. Чегаравий шарт берилган юзалар.

Чегаравий шартлар берилгандан сўнг моделнинг куч бериладиган юзасини, куч миқдори ва йўналишини танлаймиз. Бу ишни структуравий юкламани киритиш (**Insert Structural Loads**) функцияси орқали бажарамиз. Insert Structural Loads тугмаси босилгандан сўнг параметерларни ўзгартириш панелида таҳлил турлари Loads менюси намоён бўлади. Бу менюдан **Куч** (Force) (2.2.13–расм) тугмасини босиб, моделга таъсир этувчи ташқи кучларни қўйишни бошлаймиз.

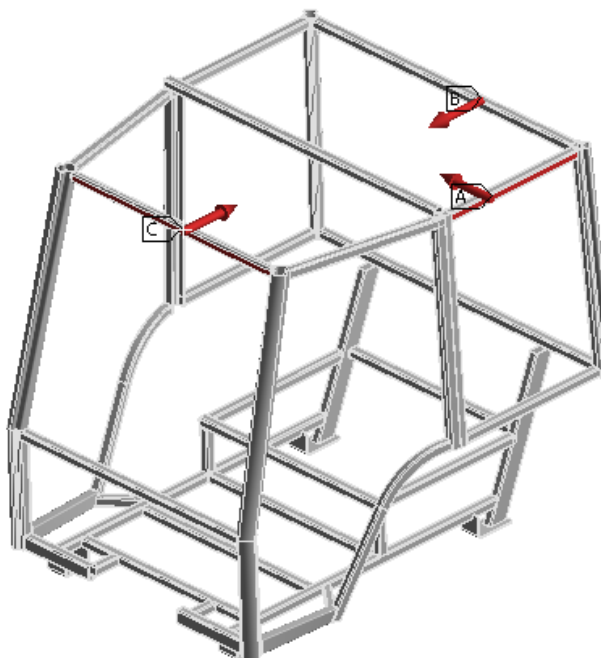
Force тугмаси танланилгандан кейин каркаснинг куч таъсир этувчи юзаси  билан белгиланади. Сўнгга **Detail's of Force** ойнасидан |Geometry| → |Apply| тугмаси босилади ва шу ойнада **Magnitude** бўлимига куч миқдорини киритамиз

ва **Direction** бўлимидан куч йўналиши кўрсатилади. Сўнгра **Apply** тугмаси босилади.



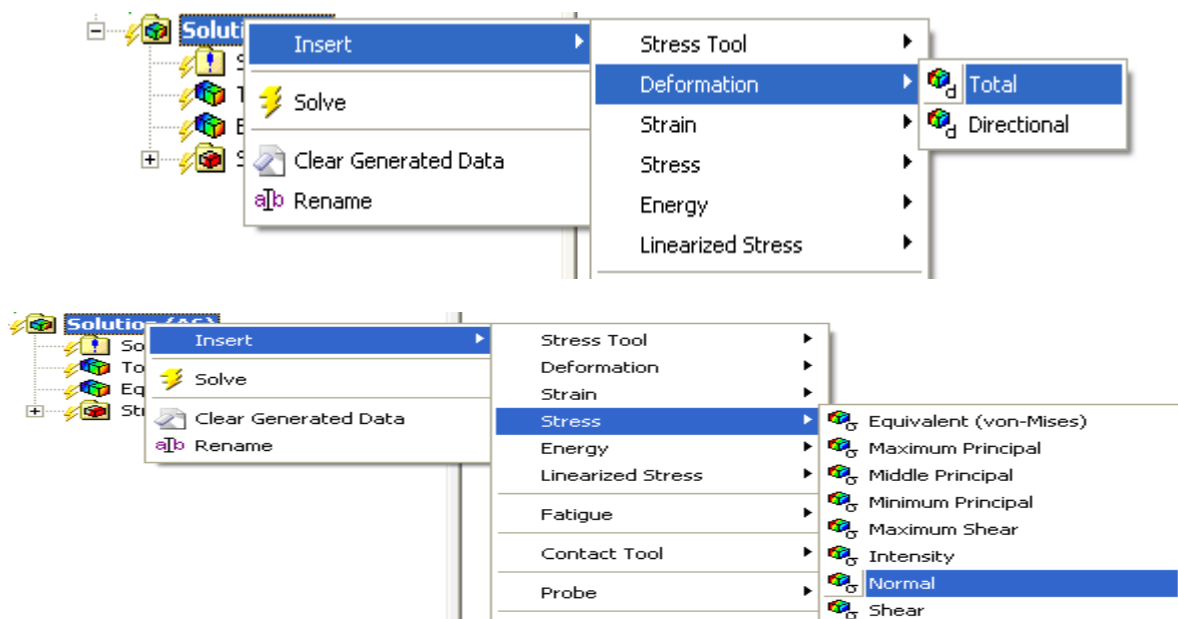
2.2.13–расм. Куч (Force) тугмаси

2.2.14-расмда трактор каркасининг куч қўйилган юзаси ва куч йўналишлари кўрсатилган. Таъсир қилувчи куч миқдорини ГОСТ 12.2.002.2 бўйича $F=20m_t$ формулага асосан аниқланади[4]. Бу ерда m_t -трактор массаси бўлиб, $m_t=3550$ кг ва $F=71000$ Н.

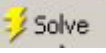


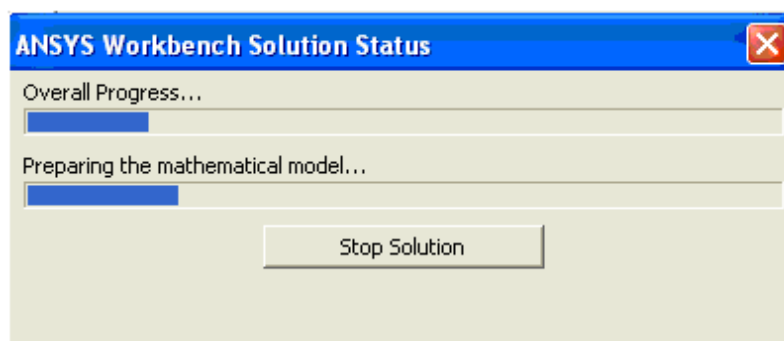
2.2.14-расм. Ташқи куч берилган юза ва йўналиши

Каркасга ҳамма чегаравий шартлар ва ҳолатлар киритилгандан сўнг, ЧЭУда ҳисоблаш жараёнини амалга оширамиз. Бунда модель конструкцияси бўйича натижалар олиш **|Insert structural Results|** функция ёрдамида турли хил натижалар олиш мумкин. **|Insert structural Results|** тугмаси босилгандан сўнг параметрларни ўзгартириш панелидан бизга керакли деформация ва кучланиш бўйича натижаларни олишимиз учун **|Insert|→|Deformation| →|Total|** ҳамда **|Insert|→|Stress| →|Normal|** бўлимлари кетма-кет танланади (2.2.15– расм).



2.2.15-расм. Total Deformation ва **Normal Stress** натижалари турларини танлаш.

Натижалар тури танланилгандан сўнг, параметерларни ўзгартириш панелидан ҳисоблаш () тугмаси босилади ва шу билан ҳисоблаш жараёни бошланади (2.2.16-расм). Бу ойнадан ҳисоблаш жараёнини кузатиб туриш талаб этилади.



2.2.16–расм. Ҳисоблаш жараёни

Ҳисоблаш жараёни муваффақиятли амалга оширилгандан кейин чекли элементлар усули ёрдамида олинган модел таҳлили натижаси пайдо бўлади. Юқорида бажарилган ишлар кетма-кетлиги асосида куч қўйилган йўналишини ва юзаларни алмаштириб яъни, ёндан, олдидан ва орқа томонлардан горизонтал йўналишда ташқи куч таъсирида керакли натижалар олинади.

II боб бўйича хулосалар

Solid Edge ST дастурий комплексида трактор кузови каркасининг уч ўлчовли моделини яратиш давомида олган кўникмаларимга асосланиб қуйидагича хулосалар қилинди.

Ҳозирги кунда бир қанча автоматик лойиҳалаш тизимлари мавжуд бўлиб, буларга CATIA, Solid Works, AutoCAD, NX Nastran, MSC ADAMS, Inventor and mechanical Desktop, Pro/Engineer, Parasolid шу жумладан Solid Edge дастур комплекслари киради.

Шу CAD/CAE/CAM комплекслари орасида Solid Edge ST механик деталлар ва конструкцияларни лойиҳалаш ва ишлаб чиқариш жараёнлари учун мўлжалланган функционал модуллардан ташкил топган дастурлар тўпламидир.

Solid Edge ST дастурлар тўплами бир қанча қулайликларга эга, хусусан:

- Лойиҳалаш жараёнини турли босқичларида ягона электрон моделдан фойдаланиш мумкин
- Қаттиқ жисмларни моделлаштиришда вариацион технологияни қўллаш мумкин
- Турли платформадаги компьютерларда ишлаш мумкин, хусусан, Sun, IBM, DEC, SGI, Wintel ва гетероген тармоқларида ва ҳ.к.
- Лойиҳалаш жараёнида чекли элементлар усулидан фойдаланиб ҳисоблаш ва таҳлил этиш имконияти мавжуд.

Бошқа турдаги автоматик лойиҳалаш тизимлар билан моделларни алмашинув имконияти мавжуддир. Хусусан ANSYS дастури билан ҳам.

ANSYS дастурида ҳисоблаш ишлари бўйича хулоса қиладиган бўлсак, дастурнинг имкониятлари юқори. Жумладан мураккаб конструкцияга эга бўлган трактор кузовини ЧЭУ да ҳисоблашда моделни чекли элементларга ажратиш имкониятининг юқорилиги. Яъни ҳар хил кесимга эга бўлган балка ёки деталларни ҳар хил шаклдаги элементларга ажратиш имкониятига эга.

III боб. Сонли экспериментлар ва уларнинг таҳлили

3.1. Трактор кузовида қўлланиладиган балкалар учун оптимал кесим юзасини топиш учун солиштира таҳлиллар

3.1.1. Турли кесим юзали балкаларни аналитик ҳисоблаш

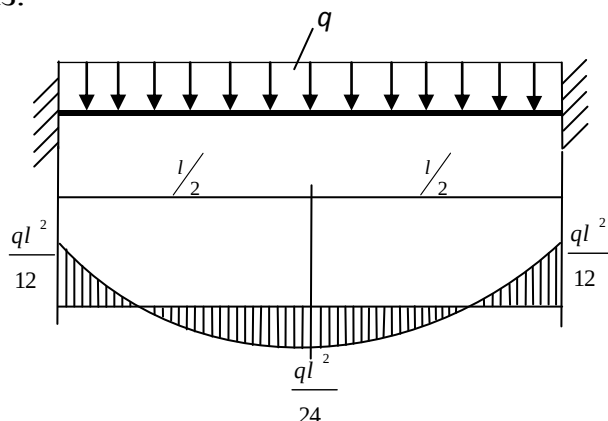
Тракторлар кузови конструкцияси одатда ҳар хил симметрик ва носимметрик кесим юзаларига эга бўлган балкалардан яратилади ва уларнинг пасив ҳавфсизлиги шу фойдаланилган балкалар кесим юзасига, тайёрланган материал турига ва конструкция турига боғлиқ бўлади. Биз ўз тдқиқотларимизда балкалар кесим юзасининг кузов конструкцияси мустаҳкамлигини, яъни ҳавфсизлигини қанчалик таъминлаб беришини сонли ва аналитик усулда таҳлил этиш учун бир нечта хил геометрик кесим юзасига эга бўлган балкаларнинг аналитик ҳисоб натижаларини ва ANSYS 12.1 дастурий комплексидан олинган чекли элементлар усули орқали топилган сонли ечим натижалари билан таққосладик.

Балкага қўйилган кучлар ва кўндаланг кесим ўлчамлари маълум бўлса, унинг ҳар бир нуқтасидаги кучланиш ва кўчиш миқдорини аниқлаб, шу билан бирга, балканинг мустаҳкамлиги тўғрисида мулоҳаза юритишимиз мумкин. Бунда балканинг кўндаланг кесими шундай танланиши керакки, у мустаҳкамлик шартини қаноатлантириши билан бирга, кам материал сарфи ва конструкциянинг енгил бўлиши талаб этилади, яъни балканинг маълум мустаҳкамлик шартини қаноатлантириши билан иқтисодий шартни ҳам қаноатлантириши керак. Балкага сарфланган материалнинг миқдори унинг кўндаланг кесим юзига пропорционал бўлади, шунинг учун кўндаланг кесим юзининг қиймати ўзгармаган ҳолда, унинг қаршилиқ моменти қанча катта бўлса, шу кесим мустаҳкамлик нуқтаи назаридан энг ўринли ҳисобланади.

Трактор кузови каркасларида қўллаш мумкин бўлган, кесим юзалари ҳар хил бўлган, бир хил массали ва бир хил узунликка эга бўлган балкаларнинг

кучланиш-деформациясини аналитик ҳамда ANSYS дастурий комплекси орқали таҳлил қиламиз.

Бунинг учун балканинг икки томонидан деворга қистирилган чегаравий шарт орқали, яъни балка учларининг ҳамма йўналишларда кўчишига йўл қўймайдиган ҳолда қотирилган балкани аналитик ҳисоблаймиз. Балканинг узунлиги $l=1.2\text{м}$ ва унга таъсир қилувчи куч $P=3000\text{ Н}$ деган масала шартини асос сифатида оламиз.



3.1.1.1-расм. Эгувчи момент эпюраси

Балка учун қурилган эгувчи момент эпюрасига (3.1.1.1-расм) асосан балкадаги эгувчи момент ва кўчиш қуйидаги формулалар [5] асосида ҳисобланади:

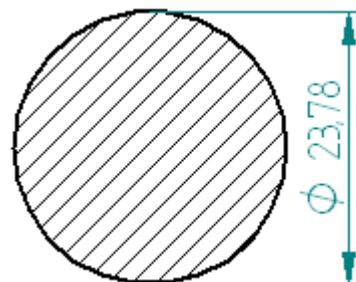
$$M = \frac{P \cdot l}{24} \qquad y = \frac{Pl^3}{384 EI}$$

1) Кўндаланг кесими **доира** кўринишидаги балкани танлаймиз (3.1.1.2-расм).

$$I = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{3,14 \cdot (23,78 \cdot 10^{-3})^4}{64} = 1,5689 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$y = \frac{3000 \cdot 1,2^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1,5689 \cdot 10^{-8}} = 4,3023 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Бундай кесимнинг қаршилик моменти



3.1.1.2-расм. Доира кўринишидаги кесим юзаяли балка

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}} = \frac{1,5689 \cdot 10^{-8}}{0,5 \cdot 23,78 \cdot 10^{-3}} = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Нормал кучланиш эса

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{Pl}{24 W_x} = \frac{3000 \cdot 1,2}{24 \cdot 1,31 \cdot 10^{-6}} = 114,4 \text{ МПа}$$

2) Кўндаланг кесим юзаси **квадрат** бўлган балкани танлаймиз (3.1.1.3-расм). Унинг кўчиши ва нормал кучланиши қуйидагича

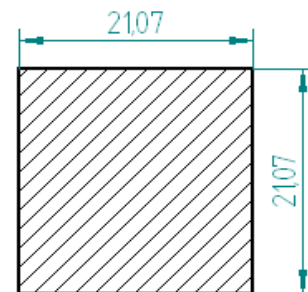
$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{b^4}{12} = \frac{(21,07 \cdot 10^{-3})^4}{12} = 1,64 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$y = \frac{3000 \cdot 1,2^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1,64 \cdot 10^{-8}} = 4,1158 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Қаршилиқ моменти ва нормал кучланиш

$$W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{b^3}{6}$$

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{6Pl}{24 b^3} = \frac{6 \cdot 3000 \cdot 1,2}{24 \cdot (21,07 \cdot 10^{-3})^3} = 96,2 \text{ МПа}$$



3.1.1.3-расм. Квадрат кесим юзали балка

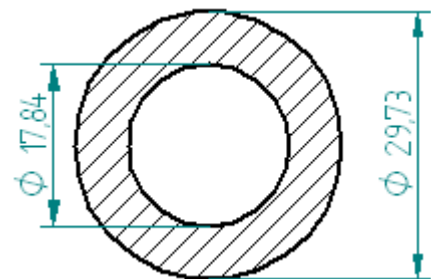
3) Кўндаланг кесим юзаси **ҳалқа** кўринишидаги балкани ҳисоблаймиз (3.1.1.4-расм).

$$I = \frac{\pi D^4}{64} - \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot ((23,78 \cdot 10^{-3})^4 - (17,84 \cdot 10^{-3})^4)}{64} = 3,3359 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$y = \frac{3000 \cdot 1,2^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 3,3359 \cdot 10^{-8}} = 2,0234 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}} = \frac{3,3359 \cdot 10^{-8}}{0,5 \cdot 29,73 \cdot 10^{-3}} = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{Pl}{24 W_x} = \frac{3000 \cdot 1,2}{24 \cdot 2,24 \cdot 10^{-6}} = 66,83 \text{ МПа}$$



3.1.1.4-расм. Ҳалқа кесим юзали балка

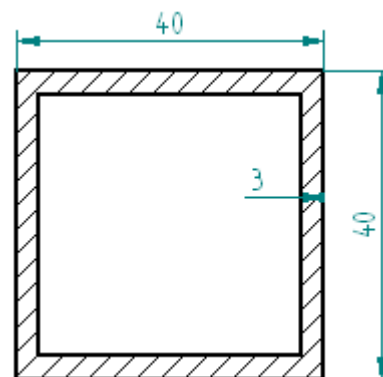
4) Кўндаланг кесим юзаси **40x40x3** ўлчамда бўлган балкани ҳисоблаймиз (3.1.1.5-рasm).

$$I = \frac{a^4}{12} - \frac{b^4}{12} = \frac{(4 \cdot 10^{-2})^4 - (3,4 \cdot 10^{-2})^4}{12} = 10,1972 \cdot 10^{-8} \text{ М}^4$$

$$y = \frac{3000 \cdot 1,2^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 10,1972 \cdot 10^{-8}} = 0,6619 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}} = \frac{10,1972 \cdot 10^{-8}}{0,5 \cdot 40 \cdot 10^{-3}} = 5,09 \cdot 10^{-6} \text{ М}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{Pl}{24 W_x} = \frac{3000 \cdot 1,2}{24 \cdot 5,09 \cdot 10^{-6}} = 29,4 \text{ МПа}$$



3.1.1.5-рasm. 40x40x3
ўлчамдаги кесим юзали балка

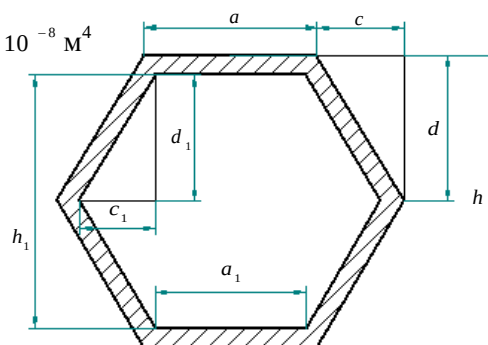
5) Балка юзасини бирмунча мураккаб шаклга эга бўлган **мунтазам олти бурчак** (3.1.1.6-рasm) шаклидаги балкани ҳисоблаймиз. Ушбу кесим юзасининг ўлчамлари (мм): $a=26.4$, $h=45.73$, $c=13.2$, $d=22.86$, $a_1=22.94$, $h_1=39.73$, $c_1=11.47$, $d_1=19.86$. Балкадаги кўчишни ва кесимнинг қаршилик моментини топиш учун керак бўладиган инерция моментини шакл юзалари ва оғирлик марказлари маълум бўлган оддий шаклларга бўлиб топамиз.

$$I = \frac{ah^3}{12} + 4 \left(\frac{cd^3}{12} + \frac{cd^3}{18} \right) - \frac{a_1 h_1^3}{12} + 4 \left(\frac{c_1 d_1^3}{12} + \frac{c_1 d_1^3}{18} \right) = 12,81 \cdot 10^{-8} \text{ М}^4$$

$$y = \frac{3000 \cdot 1,2^3}{384 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 12,81 \cdot 10^{-8}} = 0,5969 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}} = \frac{12,81 \cdot 10^{-8}}{0,5 \cdot 45,73 \cdot 10^{-3}} = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ М}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{Pl}{8 W_x} = \frac{3000 \cdot 1,2}{8 \cdot 5,6 \cdot 10^{-6}} = 80,3 \text{ МПа}$$



3.1.1.6-рasm. Мунтазам
олти бурчак кўндаланг
кесим юзали балка

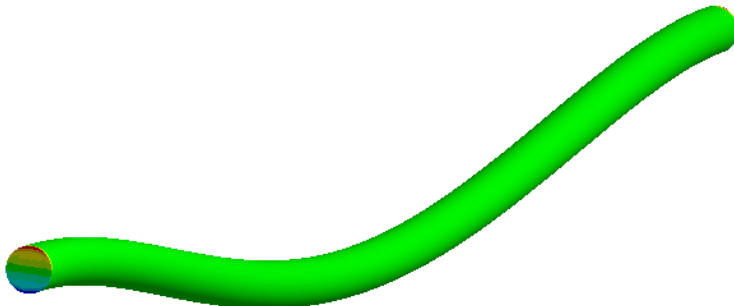
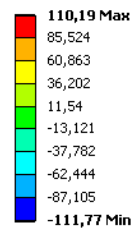
3.1.2. ANSYS дастурида турли кесим юзали балкаларни ҳисоблаш

Юқорида кўрилган балкаларни ANSYS дастури орқали чекли элементлар усулидан фойдаланиб ҳисоблаб чиқамиз. Бунинг учун компьютерда моделлаштиришнинг ва чекли элементлар усулини тадбиқ этишнинг [6;7] да келтирилган методларидан фойдаланамиз ва ANSYS дастурида қуйидаги ишларни бажарамиз:

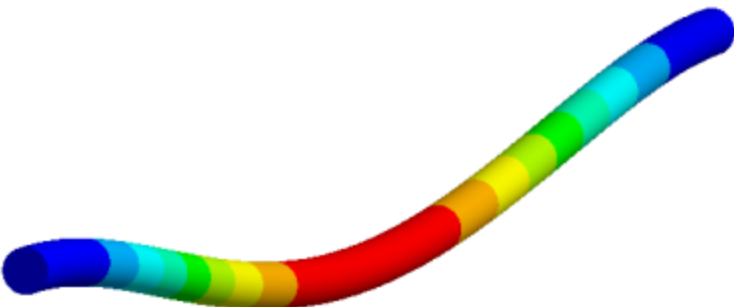
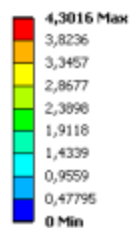
- 1) балкаларнинг уч ўлчовли шаклини яратамиз
- 2) уларга материал танлаймиз
- 3) чекли элементларга ажратамиз
- 4) балкага чегаравий шартларни қўямиз
- 5) белгиланган куч миқдорини ва йўналишини танлаймиз.

Юқорида санаб ўтилган қадамларни бажариб, дастурга ҳисоблаш буйруғини берамиз ва ҳисоб натижаларни оламиз. Деформация ва нормал кучланиш бўйича олинган натижалар ҳар бир балка учун мос равишда 3.1.2.1-3.1.2.5-расмларда келитрилган.

D: Doira
 Normal Stress
 Type: Normal Stress (X Axis)
 Unit: MPa
 Global Coordinate System
 Time: 1
 21.04.2014 19:12

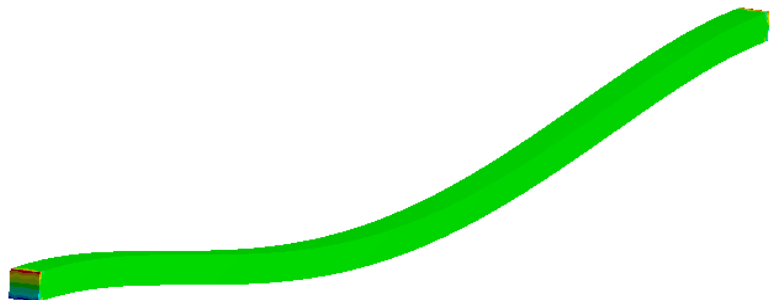
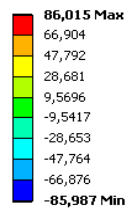


D: Doira
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: mm
 Time: 1
 21.04.2014 19:11

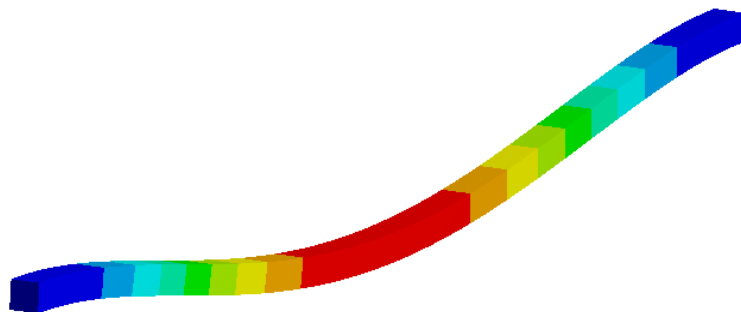
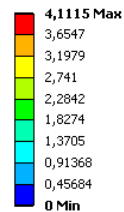


3.1.2.1-расм. Доира кесим юзасига эга балкадаги кучланиш ва кўчиш натижалари.

E: Kvadrat
 Normal Stress
 Type: Normal Stress (Z Axis)
 Unit: MPa
 Global Coordinate System
 Time: 1
 19.04.2014 17:59

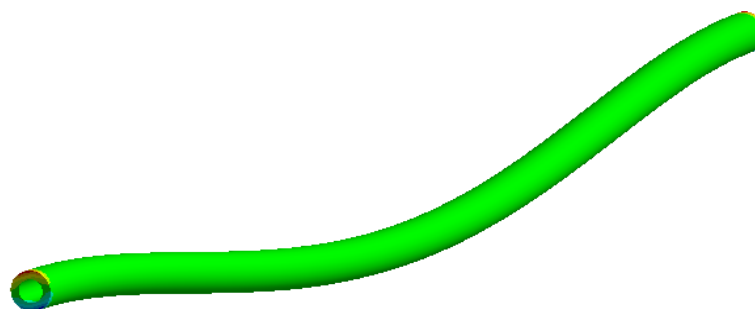
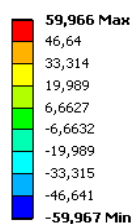


E: Kvadrat
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: mm
 Time: 1
 19.04.2014 17:56

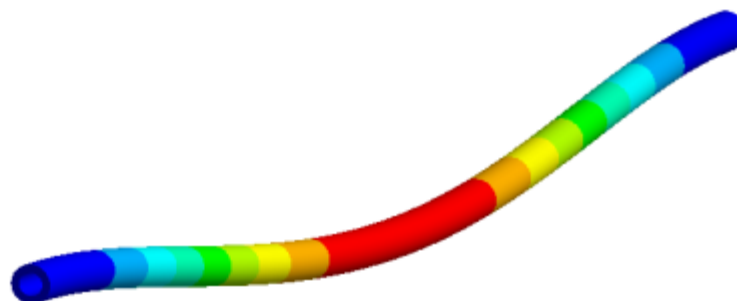
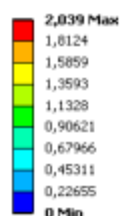


3.1.2.2-расм. Квадрат кесим юзасига эга балкадаги кучланиш ва кўчиш натижалари.

B: Halqa
 Normal Stress
 Type: Normal Stress (X Axis)
 Unit: MPa
 Global Coordinate System
 Time: 1
 19.04.2014 18:03

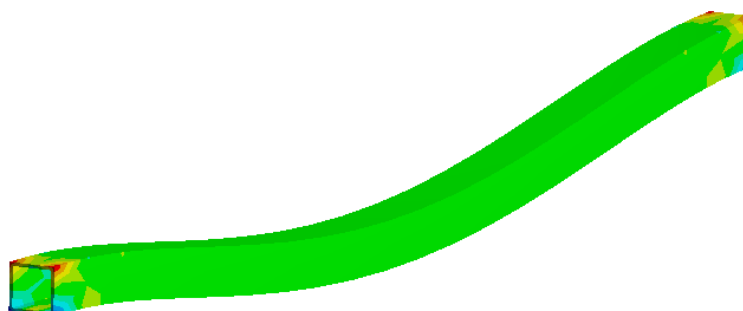
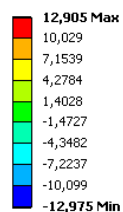


B: Halqa
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: mm
 Time: 1
 19.04.2014 18:02

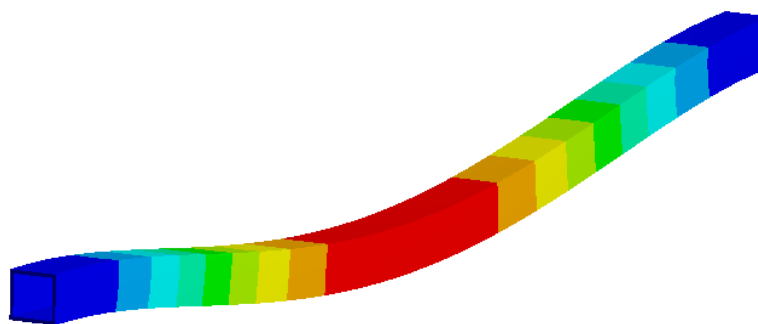
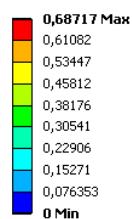


3.1.2.3-расм. Халқа кесим юзасига эга балкадаги кучланиш ва кўчиш натижалари.

A: 40x40x3
 Normal Stress
 Type: Normal Stress (X Axis)
 Unit: MPa
 Global Coordinate System
 Time: 1
 19.04.2014 18:07

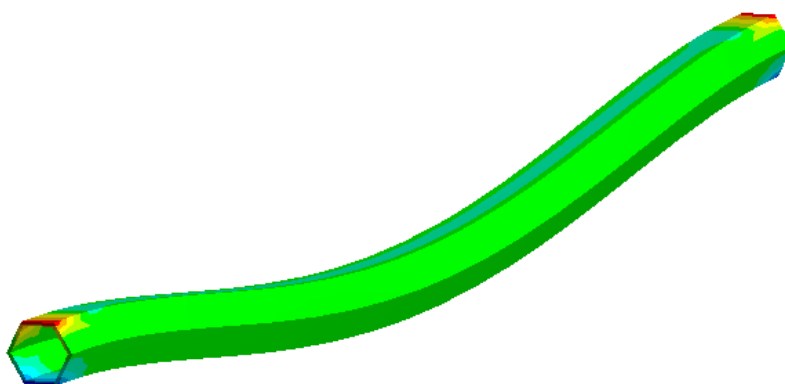
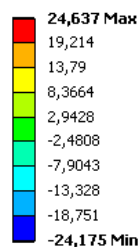


A: 40x40x3
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: mm
 Time: 1
 19.04.2014 18:09

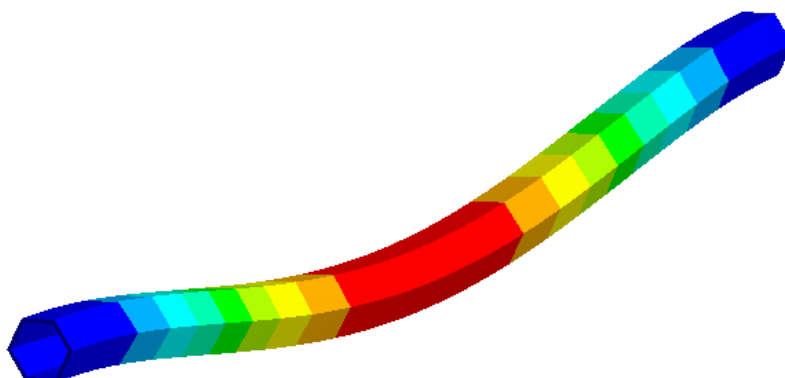
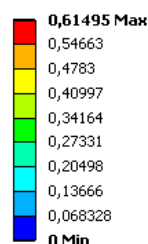


3.1.2.4-расм. Кесим юзаси 40x40x3 ўлчамга эга балкадаги кучланиш ва кўчиш натижалари.

C: Olti burchak
 Normal Stress
 Type: Normal Stress (X Axis)
 Unit: MPa
 Global Coordinate System
 Time: 1
 19.04.2014 18:11



C: Olti burchak
 Total Deformation
 Type: Total Deformation
 Unit: mm
 Time: 1
 19.04.2014 18:12



3.1.2.5-расм. Мунтазам олти бурчак кесим юзасига эга балкадаги кучланиш ва кўчиш натижалари

Аналитик усул ҳамда ANSYS дастурий комплекси орқали олинган кўчиш ва нормал кучланиш натижаларини (7, 8, 9, 10, 11-расм) 1-жадвалга киритамиз ва улар орасидаги нисбий хатоликни % да ҳисоблаб уларни ҳам жадвалга киритамиз.

3.2.1.1-жадвал

Шакл номи	Кўчиш, у, мм			Нормал кучланиш σ , МПа		
	аналитик	ANSYS	хатолик, %	аналитик	ANSYS	хатолик, %
Доира	4,3023	4,2404	0,01	114,4	110,19	3,68
Квадрат	4,1158	4,1115	0,10	96,2	86,015	10,58

Халқа	2,0234	2,039	0,77	66,83	59,966	10,27
40x40x3 ўлчамли квадрат	0,6619	0,6871	3,70	29,4	27,32	7,07
Мунтазам олтибурчак	0,5969	0,6149	4,21	26,3	26,137	0,62

3.2. Трактор кузовининг уч ўлчовли моделини статикада мустаҳкамликка текшириш

Тракторлар кузови каркаси одатда мураккаб конструкциядан ташкил топган бўлиб, унинг пассив ҳавфсизлигини аниқлаш учун аналитик тенгламалар асосида ҳисоблаш жуда мураккаб ва катта меҳнат сарфини талаб этади. Бизга ўтказган компьютерда моделлаш ва таҳлиллар бўйича олиб борган тадқиқотларга асосан чекли элементлар усулини ANSYS дастурий комплексида қўллаш юқори аниқликда натижалар олиш имконини беради. Шунинг учун тадқиқотларимизда трактор кузовларини ANSYS дастурий комплекси орқали чекли элементлар усулини қўллаб ҳисоблаш ва таҳлил этиш методикасини кўриб чиқдик.

Ҳисоблаш жараёни муваффақиятли амалга оширилгандан кейин чекли элементлар усули ёрдамида олинган модел таҳлили натижаси (3.2.1-расм) пайдо бўлди. Юқорида бажарилган ишлар кетма-кетлиги асосида куч қўйилган йўналишини ва юзаларни алмаштириб яъни, ёндан, олдидан ва орқа томонлардан горизонтал йўналишда ташқи куч таъсирида керакли натижалар олинди (3.2.2-3.2.6- расмлар).

A: Oldi yondan

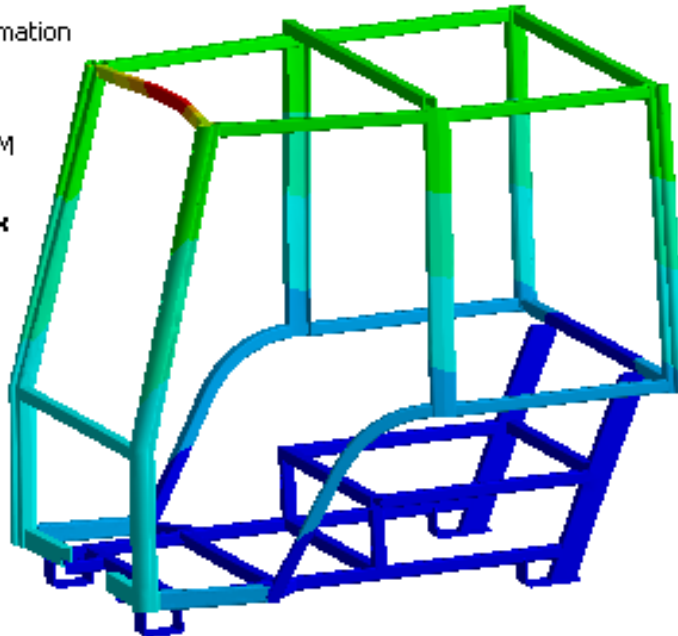
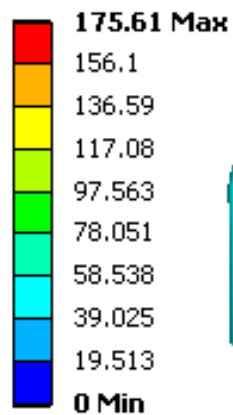
Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 1

5/2/2014 12:33 AM



3.2.1-расм. Каркасга олди томондан куч таъсиридаги деформация.

A: Oldi yondan

Normal Stress

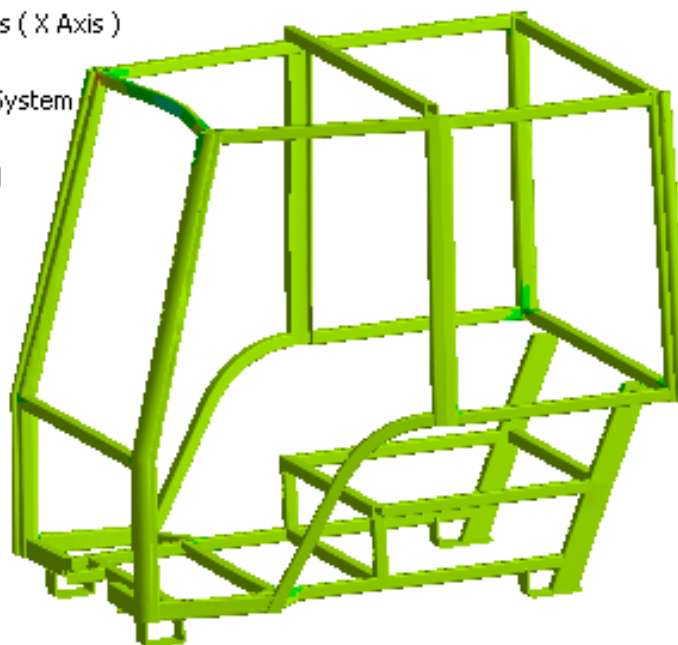
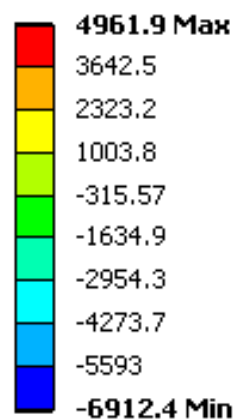
Type: Normal Stress (X Axis)

Unit: MPa

Global Coordinate System

Time: 1

5/2/2014 12:35 AM



3.2.2-расм. Каркасга олди томондан куч таъсиридаги нормал кучланиш.

A: Orqa yondan

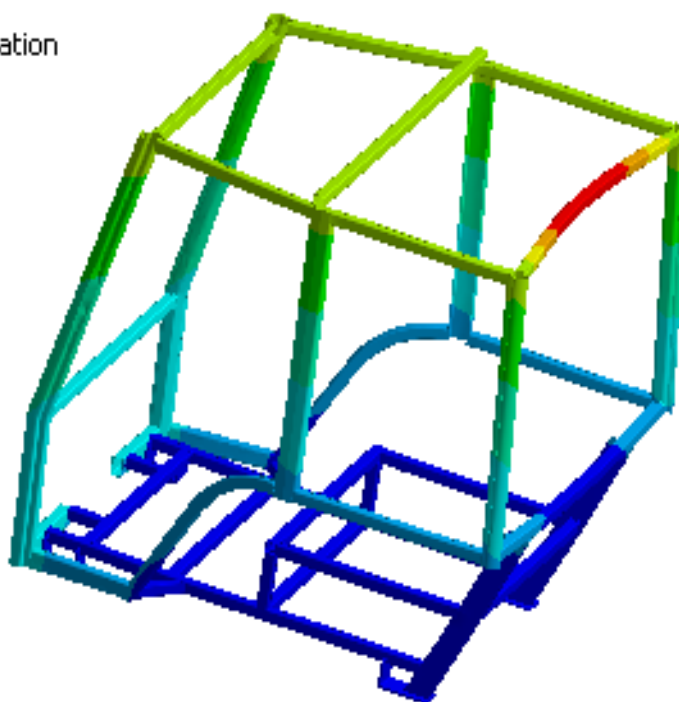
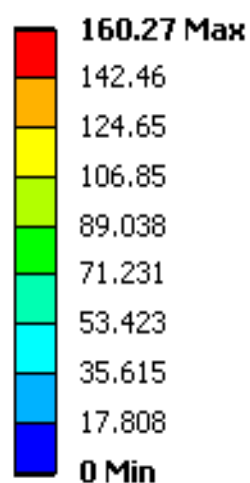
Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 1

5/2/2014 12:27 AM



3.2.3-расм. Каркасга орқа томондан куч таъсиридаги деформация.

A: Orqa yondan

Normal Stress

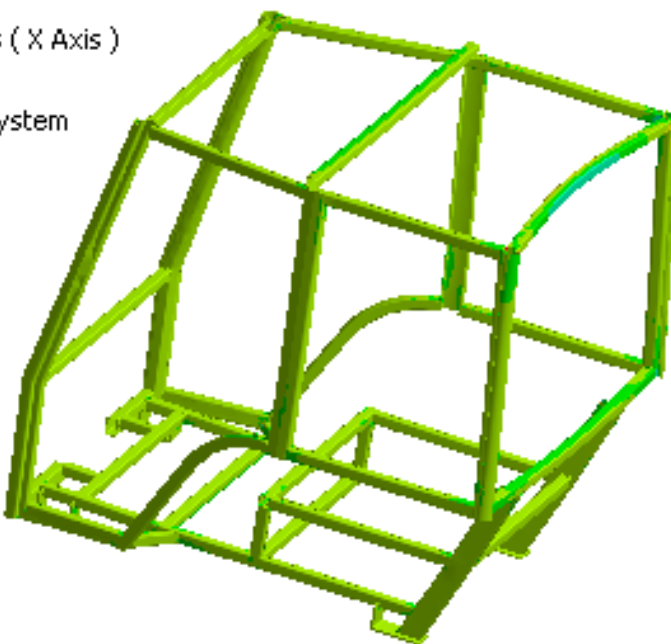
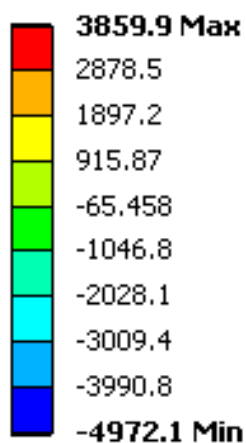
Type: Normal Stress (X Axis)

Unit: MPa

Global Coordinate System

Time: 1

5/2/2014 12:29 AM



3.2.4-расм. Каркасга орқа томондан куч таъсиридаги нормал кучланиш.

A: Chap yondan

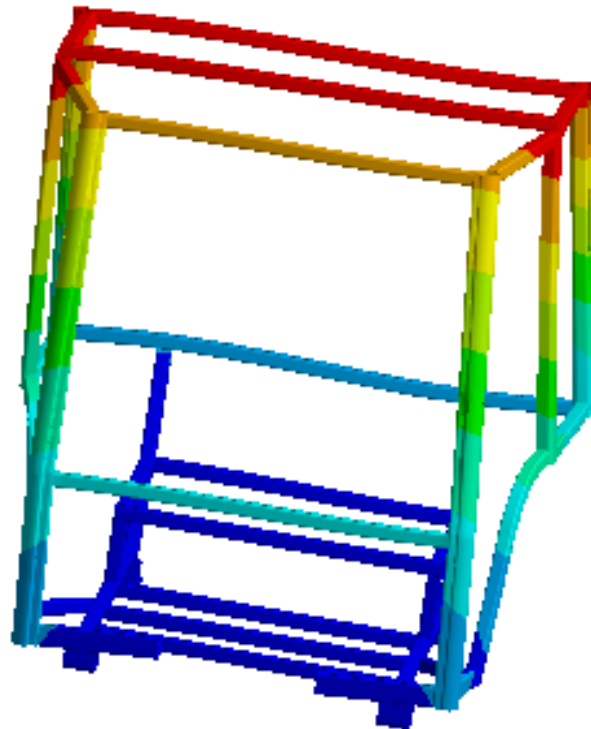
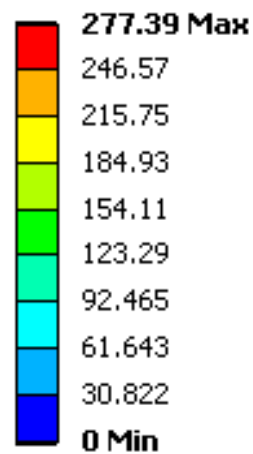
Total Deformation

Type: Total Deformation

Unit: mm

Time: 1

5/2/2014 12:45 AM



3.2.5-расм. Каркасга ён томондан куч таъсиридаги деформация.

A: Chap yondan

Normal Stress

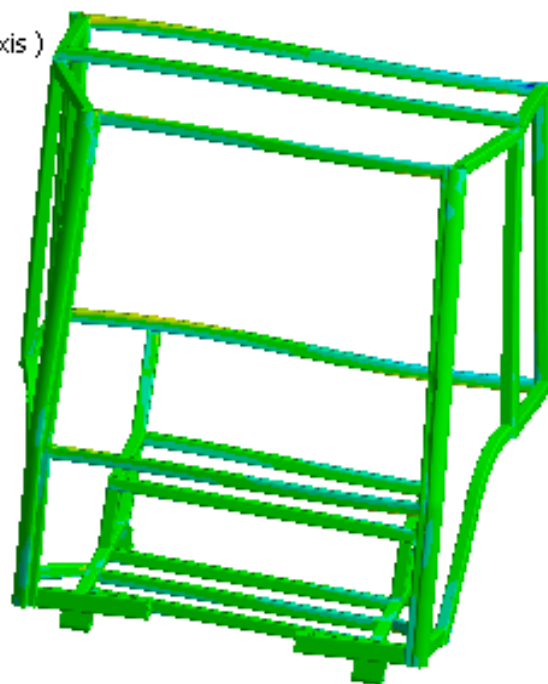
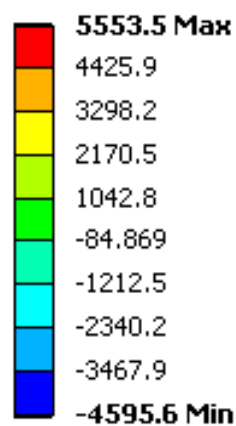
Type: Normal Stress (X Axis)

Unit: MPa

Global Coordinate System

Time: 1

5/2/2014 12:46 AM



3.2.6-расм. Каркасга ён томондан куч таъсиридаги нормал кучланиш.

Шу ўтказилган компьютер тадқиқотларимиз асосида қуйидагича натижалар олинди.

Куч қўйилган юза	Кўчиш, <i>у, мм</i>	Нормал кучланиш σ , МПа
Олди томондан	175.61	4961.9
Орқа томондан	160.27	3859.9
Ён томондан	277.39	5553.5

III боб бўйича хулосалар

Шу ўтказилган таҳлилларимиз асосида қуйидагича хулосаларни келтириш мумкин.

Олинган натижаларга кўра ANSYS дастурий комплекси орқали мураккаб конструкцияларни, хусусан, трактор кузови каркаси ҳавфсизлигини ҳисоблаш ўринли. Чунки трактор кузови каркаси ўзаро боғланган турли кесим юзасига эга бўлган балкалардан яратилган бўлиб, уни аналитик тенгламалар асосида ҳисоблаш жуда мураккаб ва катта меҳнат сарфини талаб этади.

Трактор кузови моделининг ANSYS дастурида ЧЭУ-ни қўллаш орқали статика ҳолатидаги мустаҳкамликги бўйича қилинган таққикот ва таҳлилларимиз асосида қуйидаги хулосаларни қилиш мумкин:

-Шу берилган чегаравий шартлар асосидаги статика таҳлиллари трактор кузови каркасида етарлича пассив ҳавфсизликни таъминланганлигини кўрсатди. Бироқ биз ушбу масалани динамика ҳолатида ҳам ечиб кўришимиз ва шундан сўнг якуний хулосани келтиришимиз талаб этилади.

-ANSYS дастурида ЧЭУ орқали мураккаб конструкцияларни моделлаштириш ва таҳлил этиш қулай ва меҳнат сарфи нуқтаи назаридан арзон.

-Компьютерда моделлаштириш ва яратилган моделни ANSYS дастурида статика ва динамикада ҳисоблаш ва талаб этилса, яратилган моделни яна оптимизация қилиш имконияти мавжуд. Бу ҳам ўз навбатида кўплаб иқтисодий самарадорликка олиб келади.

Берилган чегаравий шартларга асосан энг юқори ҳавфсизликка эга кесим юза бу мунтазам олти бурчакли бўлиб, бунда кўчиш 0.6149 мм, нормал кучланиш 26.137 МПа ни ташкил қилади.

Бундан ташқари 1-жадвалда келтирилган сонли натижалар ANSYS дастурий комплексидаги чекли элементлар усули, аналитик усулдан максимал кўчишни ҳисоблари учун 4.21 % гача, нормал кучланишларнинг ҳисоб

натижаларига кўра 10.58 % гача хатолик билан ҳисоблаганлигини кўришимиз мумкин.

Умумий хулоса ва таклифлар

Ҳозирги кунда ишлаб чиқарилаётган ТТЗ 80.10 трактори кабинасига оператор учун баъзи бир қулайликларни ўрнатиб бўлмаслиги, эргономик жиҳати ва кўринувчанлик даражаси пастлиги билан ҳозирги замон талабларига жавоб бермайди.

Олинган натижаларга кўра ANSYS дастурий комплекси орқали мураккаб конструкцияларни, хусусан, трактор кузови каркаси ҳавфсизлигини ҳисоблаш ўринли. Чунки трактор кузови каркаси ўзаро боғланган турли кесим юзасига эга бўлган балкалардан яратилган бўлиб, уни аналитик тенгламалар асосида ҳисоблаш жуда мураккаб ва катта меҳнат сарфини талаб этади.

Шу берилган чегаравий шартлар асосидаги статика таҳлиллари трактор кузови каркасида етарлича пасив ҳавфсизликни таъминланганлигини кўрсатди.

Трактор кузовида қўлланиладиган балкалар учун оптимал кесим юзасини топиш учун солиштирма таҳлилларга кўра берилган чегаравий шартларга асосан энг юқори ҳавфсизликка эга кесим юза бу мунтазам олти бурчакли бўлиб, бунда кўчиш 0.6149 мм, нормал кучланиш 26.137 МПа ни ташкил қилади. Бундан ташқари ANSYS дастурий комплексидаги чекли элементлар усулидан фойдаланилганда чекли элементлар усули орқали топилган ечимлар аналитик усулда топилган ечимлардан хатоликлар мавжуд, чунки чекли элементлар усули аппроксимацияларга асосланган усул. Мисол учун балка учун оптимал кесим юзасини топиш масаласи ечимлари шунини кўрсатдики, максимал кўчиш бўйича 4.21 % гача, нормал кучланишлар бўйича 10.58 % гача хатоликка йўл қўйилганлигини кўрсатади.

Албатта чекли элементлар усулида олинган ечимлардаги хатоликларни камайтириш учун қўйидаги методикалардан ўринли фойдаланиш тавсия этилади:

-танланган чекли элемент тури ўрганилаётган масалага мос келиши керак;

-чекли элемент ўлчамини етарлича кичиклаштириш керак. Бундан ташқари олиб борилаётган компьютер имкониятлари ва ўрганилаётган конструкция модели ўлчами ечилаётган масала ўлчамини аниқлайди;

-“Тест масала”ни, яъни, аналитик ечимли аниқ бўлган содда масалаларни қўлланилиши режалаштирилган методика орқали ечиб кўриш керак. Шу йўл билан танланилган методика – элемент тури ва ўлчами, чегаравий шартлар тўғрилиги текшириб кўрилади.

ANSYS дастурида ЧЭУ орқали мураккаб конструкцияларни моделлаштириш ва таҳлил этиш қулай ва меҳнат сарфи нуқтаи назаридан арзон.

Компьютерда моделлаштириш ва яратилган моделни ANSYS дастурида статика ва динамикада ҳисоблаш ва талаб этилса, яратилган моделни яна оптимизация қилиш имконияти мавжуд. Бу ҳам ўз навбатида кўплаб иқтисодий самарадорликка олиб келади.

Тадқиқот давомида трактор кузови каркасларини модификация қилишда Solid Edge ва ANSYS дастурий комплексларидан фойдаланиш бўйича ишлаб чиқилган методикадан фойдаланишни тавсия қиламиз.

Ўқув жараёнларида ва ҳамда трактор кузовларининг янги конструкцияларини яратишда қўллаш учун тавсия этилади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. И.А.Каримов “2012 йил ватанимиз тараққиётини янги босқичга кўтарадиган йил бўлади” мавзусидаги маърузасини ўғраниш бўйича ўқув қўлланма. Тошкент-2012й.
2. И.А.Каримов “2013-йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2014-йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузаси” 2014 й.
3. И.А.Каримов “Ўзбекистон-буюк келажак сари” Тошкент: “Ўзбекистон”. 1997 й.
4. ГОСТ 12.2.001.1-2001. ССБТ. Тракторы сельскохозяйственные и лесные колесные. Метод динамических испытаний защитных конструкций.-М.: Стандартиформ, 2001 г.
5. М.Т.Ўрозбоев “Материаллар қаршилиги асосий курси” Т.: “Ўқитувчи” нашриёти 1973 йил. 515б.
6. Ш.Андерсон, С.Эшкабилов, С.Рўзимов, Ж.Содиқов, Р.Мухаммадалиев, У.Сельгрэн “UGS I-DEAS NX Series программа комплексларида автоматик лойиҳалаш асослари”, “ТАЙИ босмахонаси”, 2006.-332 бет.
7. Саидов Д.М. Solid Edge V20 программа комплексида автоматик лойиҳалаш асослари ТАЙИ босмахонаси, Тошкент 2010 – 260б.
8. Илинич И.М., Никонов В.В., Кальченко Б.И. Расчет, проектирование и испытание кабин тракторов. - М.: Агропромиздат, 1989 -213 с.
9. ИСО 3463-89. Тракторы сельскохозяйственные и лесные колесные. Защитные конструкции. Методы динамических испытаний и условия приемки. – М.: Изд-во стандартов, 1985. - 27 с.

10. И.С.Степанов, А. Н. Евграфов, А.Л. Карунин, В.В. Ломакин. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Под общ. ред. В. М. Шарипова. — М.: Издательский центр «Академия», 2005.-256 с.
11. Иванов А. А. Расчет автомобильных рам методом конечных элементов. // Автомобильная промышленность. — М.: 1973.-№ 4.- С.25-30.
12. Постнов В. А. Теория пластичности и ползучести—Л.: ЛКИ, 1975.-130 с.
13. Зенкевич О. С. Метод конечных элементов в технике. - М.: Мир, 1975.-540 с.
14. Хакимзянов Р.Р. Выбор метода расчета конструкции каркаса кабины трактора // Сборник докладов республиканской научно-технической конференции аспирантов, докторантов и соискателей. - Ташкент, ТГТУ, 2007. - С.301-302.
15. Молчанов И.Н., Николенко Л.Д. Основы метода конечных элементов.- Киев: Наукова Думка, 1989.- 272 с.
16. В. А. Мирбобоев “Конструкция материаллар технологияси” Тошкент “Ўзбекистон ” 2004
17. Randy H Shih “Introduction to Finite Element Analysis” Oregon Institute Technology, SDC Publications, 2004 - 303 pp. ISBN:1-58503-210-7, 1-2 - 1-17 pp
18. В. И. Феодосьев “Сопротивление материалов” Учебник для вузов - 9е изд., перераб, - М.:Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит. 1986 - 512 стр
19. Методические указания «Расчет на прочность защитных каркасов кабин тракторов и сельскохозяйственных машин». - М.: ГОНТИ-НАТИ, 1980. - 25с.

20. <http://www.solidedge.com>
21. http://en.wikipedia.org/wiki/Solid_Edge Solid Edge - Wikipedia, the free encyclopedia
22. <http://www.solidedgetools.com> Solid Edge Tools - Solid Edge® Automation Tools
23. http://www.okino.com/conv/imp_se.htm Solid Edge Assembly & Parts File Import Converter
24. <http://www.design-simulation.com/DDM/SolidEdge/index.php> - Dynamic Designer - Solid Edge