

Дәріс №10

Созьлу мен таза иілу. Тексеру және жобалау есептеулері. Мүмкіндік жүктемені анықтау.
Таза тұзу иілу. Тұзу көлденең иілу.

Көп жағдайларда брус көлденең күштің әсеріне ұшырайды. Оның әсер ету жазықтығы арқалықтың күш әсерінен иілетін осі арқылы өтеді. Деформацияның бұл түрі *иілу* деп аталады. 1, а – суретте қалыпты күйдегі, ал 1, б – суретте ұштарына түсірілген екі моменттің әсерінен иілген арқалық көрсетілген.

Егер арқалықтың бүйір бетінен mnp_1m_1 тікбұрышты бейнелесек, ол деформациядан кейін трапецияға ұқсас фигураға айналады. Оның mm_1 және nn_1 екі түзу сызықты және mn және m_1n_1 екі қисық сызықты жақтары болады (1, б – сурет). Бұл кезде төменгі талшықтар ұзарады, ал жоғарғы талшықтар қысқарады. Демек иілу кезінде арқалықтың биіктігі бойынша бір талшық созылуға, келесісі сығылуға ұшырайды. Ал, ось пен көлденең талшықтар майысады. Дәл осындай жағдай P күш әсерінен иілу кезінде (1 сурет), арқалық осіне перпендикуляр жазықтықта жатқан күш жұбы түсірілгенде де байқалады.

Күштерді түсіру және брусты бекіту тәсілдеріне байланысты иілу әр түрлі болуы мүмкін.

Егер де июші момент қимаға әсер ететін жалғыз ғана күш әсері болса, онда иілу *таза иілу* деп аталады. Бұл жағдай 1, б – суретте көрсетілген. Иілу кезінде арқалықтардың кернеулері мен деформацияларын зерттеуді таза иілуден бастайды.

Егер көлденең қимада июші моментпен қатар көлденең күштер пайда болса, онда көлденең иілу ұғымы ендіріледі.

Практикада көлденең қимасында бір ғана симметрия осі болатын арқалықтар жиі кездеседі. Егер барлық күштер оның ішінде тірек әсерлер де қиманың симметрия осімен дәл келетін жазықтықта жатса, онда иілген арқалықтың осі де осы жазықтықта жатады. Мұндай иілу *жазық иілу* деп аталады.

Иілу кезінде арқалықтың көлденең қимасында июші момент пен көлденең күш пайда болады. Кернеулі күйді зерттеу кезінде дербес жағдайда көлденең күш нөлге тең болатын таза иілуден бастау тиімді. Таза иілу кезінде арқалықтың көлденең қимасында кернеулердің таралу заңдылығын қарастырып, оның ең үлкен мәнін табамыз.

Алдымен көлденең қимасы күш жазықтығымен үйлесетін бір ғана симметрия осі бар арқалықты қарастырамыз. Сонда инерцияның бас остерінің бірі иілу

жазықтығында, ал екіншісі оған перпендикуляр болады. Есепті шешу үшін статика шарттарына қосымша тек қана тәжірибе негізінде тұжырымдалатын деформация шартын аламыз.

Иілу кезінде арқалықтың беріктігін тексеру.

$$W = \frac{J_x}{y_{\max}} \quad (1)$$

Сонымен

$$[\sigma]_{\max} = \frac{M_x}{W} \quad (2)$$

Бұл геометриялық сипаттама қиманың кедергі моменті деп аталады.

Қиманың кедергі моменті арқалықтың иілуге қарсыласуын сипаттайды. Оның өлшем бірлігі см^3 , м^3 . Ол көлденең қиманың түрі мен өлшеміне байланысты. Кейбір жағдайда, мысалы қос таврлы арқалақ үшін оның көлденең қимасындағы қажетті нүктелердің беріктігін тексеру қажет. (2) формулаға сәйкес тексеру тік кернеу бойынша жүргізіледі. Ал жанама кернеулер ең жоғары мәнге ие болғандықтан, тексеруді $\tau_{\max} = \frac{Q S_x}{J_x b} \leq [\tau]$ формуласы бойынша жүргізу қажет.

Арқалықтардың иілуін есептеу үшін барлық әсер ететін күштерді білу керек. Әдетте сыртқы күштер алдын-ала берілгендіктен, онда арқалыққа әсер ететін барлық күштерді есептеу үшін белгісіз тірек әсерлерді анықтау керек. Бұл мәселе теориялық механика курсына толық қарастырылады. Әсерлерді анықтау әдістерін қысқаша еске түсірейік. Жазық күш жүйесі түсірілген денелердің тепе-теңдік теңдеуін үш түрде жазуға болады:

$$1) \quad \sum z = 0; \quad \sum y = 0; \quad \sum m_0 = 0$$

мұнда моменттер қосындысы күш әсерінің жазықтығында жататын кез келген О нүктесіне сәйкес алынады;

2) $\sum m_a = 0; \quad \sum m_b = 0; \quad \sum z = 0,$
бұл жағдайда O_z осі ab түзуіне перпендикуляр болмауы қажет;

3) $\sum m_a = 0; \quad \sum m_b = 0; \quad \sum m_c = 0.$

бұл вариантты қабылдағанда a , b және c нүктелері бір түзудің бойында жатпауы керек.

Тепе-теңдік теңдеулерінің саны барлық тірек әсерлерді анықтауға жеткілікті болса, жүйелерді статикалық анықталатын жүйе деп атайды.

Июші моменттер мен көлденең күштер үшін төмендегі таңбалар ережесін қабылдаймыз: егер қиманың сол жағында түсірілген сыртқы күштер төменнен жоғары қарай, ал оң жағында жоғарыдан төмен қарай бағытталса, ол қимадағы көлденең күш оң таңбалы болады. Кері жағдайда көлденең күш теріс таңбалы.

Егер қиманы сол жағына түсірілген сыртқы күштердің қосынды моменттері сағат тілімен бағыттас, ал оң жағында сағат тілінің бағытына қарсы болса (егер төменгі талшықтарды созса), қимадағы июші момент оң таңбалы деп саналады. Кері жағдайда июші момент теріс таңбалы. Момент эпюрінің оң ординатасын осьтен жоғары қарай, яғни сығылған талшыққа салады