

Усны барилга байгууламжийн зураг төслийн  
“ГИДРО-ФОНТАН” ХХК

***Баянхонгор Шаргалзуут чиглэлийн авто замын үерийн ус нэвтрүүлэх  
байгууламжийн гидравлик тооцоо.***

Улаанбаатар хот  
2013 он

Усны барилга байгууламжийн зураг төслийн  
“ГИДРО-ФОНТАН” ХХК

ШИФР: 2013/14

*Баянхонгор Шаргалзуут чиглэлийн авто замын үерийн ус нэвтрүүлэх  
байгууламжийн гидравлик тооцоо.*

Захирал.....



...../Л.Хорлий/

Улаанбаатар хот  
2013 он

### **Автозамын үерийн ус зайлуулах байгууламжийн гидравлик тооцоо**

Автозамын дагууд хажуугаас орж ирэх гол горхи хуурай сайруудаар ирэх үерийн усыг нэвтрүүлэх үерийн ус зайлуулах гүүр, хоолойнуудыг барьж байгуулдаг.

Үерийн ус нэвтрүүлэх гүүр болон хоолойнууд нь нэг болон хэд хэдэн алсгал, зэрэгцээ байрлалтай байхаас гадна хоолойнууд нь дугуй, квадрат болон тэгш өнцөгт огтлолтой байж болно. Автозам доогуур үерийн урсац өнгөрөөх барилга байгууламж нь дараах хийцтэй байна. Үүнд:

- 1-4 бүхий тулгуур бүхий төмөр бетон гүүр /ТБГ/
- D=1,0-1,5м хүртэл дугуй огтлолтой төмөр бетон хоолой /ДТБХ/,
- 1-2м хүртэл дөрвөлжин огтлолт төмөр бетон хоолой /ТТБХ/,
- 2-3м хүртэл дөрвөлжин огтлолт төмөр бетон хоолой

Эдгээр барилга байгууламжийн ус өнгөрөөх чадварыг барилгын хийц тус бүрээр тус тусын аргачлалаар тооцсон ба барилгын ус орох, гарах хэсгийн хийц гидравлик шинжүүдээс хамааруулж барилга байгууламж тус бүрт тохирох томъёо коэффициентүүдийг ашигласан болно.

1. ТБГ-төрлийн барилга байгууламжийн ус өнгөрөөх чадварыг тооцохдоо өргөн босгот ус халиагуурын зарчмаар ажиллах тул дараах томъёог ашиглав.

Үүнд:

$$Q = \varepsilon \cdot mb \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{3/2}$$

Энд: Q- барилгаар өнгөрөх усны өнгөрөлт, м<sup>3</sup>/с

$\varepsilon$  – хажуугийн шахагдлын коэффициент

m- зарцуулгын коэффициент

$H_0$  - барилгын өмнөх усны гүн, м

b – барилгын ёроолын өргөн, м

2. ДТБХ, ТТБХ - төрлийн барилга байгууламжийн ус өнгөрөөх чадвар болон үерийн усны хэмжээнээс хамааруулж барилгын төрөл хийцийг тооцохдоо дараах томъёог ашиглав.

Түрэлтгүй хоолойн хувьд дараах тооцооны хамаарлыг ашиглана.

Үүнд:

$$Q = \varepsilon \cdot \varphi \omega \cdot c \cdot \sqrt{\frac{2g(H_0 - h_c)}{\alpha}}$$

Энд:  $\varepsilon$  – хажуугийн шахагдлын коэффициент

Дээрхи томъёог дараах хэлбэрт оруулбал:

Үүнд:

$$Q = \varepsilon \cdot \varphi \sqrt{\frac{2g \cdot \varpi \cdot (S_0 - K_{1v}) \cdot A}{\alpha}}; \text{ м}^3/\text{с}$$

Энд: Q- барилгаар өнгөрөх усны өнгөрөлт, м<sup>3</sup>/с

$\varepsilon$  – хажуугийн шахагдлын коэффициент

$\varphi$  – оролтын эсэргүүцлийг тооцох коэффициент

$\varpi$  – усны урсгалын шахагдсан огтлол дахь талбай, м<sup>2</sup>

$S_0$  – хоолойгоор өнгөрөх усны дүүргэлтийн зэрэг

A- хоолойн өндөр, м

$K_{1c}$ - шахагдсан огтлол тооцох коэффициент

Дугуй огтлолтой хоолойн төгөсгөлийн хэсэг дахь усны хурдыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$V = B \cdot W_0 \sqrt{i_0} \quad A = \frac{Q}{K_0} \quad A_0 \Rightarrow W_0$$

Энд: V- төгөсгөлийн хэсэг дэхь усны хурд

A, B – усны зарцуулга, хурднаас хамаарах коэффициент

$K_0, W_0$  – усны зарцуулга, хурдны хэмжигдэхүүн

Тэгш өнцөгт болон трапец огтлолд усны хурдыг

$$V = C \sqrt{R \cdot i} \quad \text{томъёогоор тооцно.}$$

Энд: V- усны нэвтрэх хурд, м/с

C – Шезийн коэффициент

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y$$

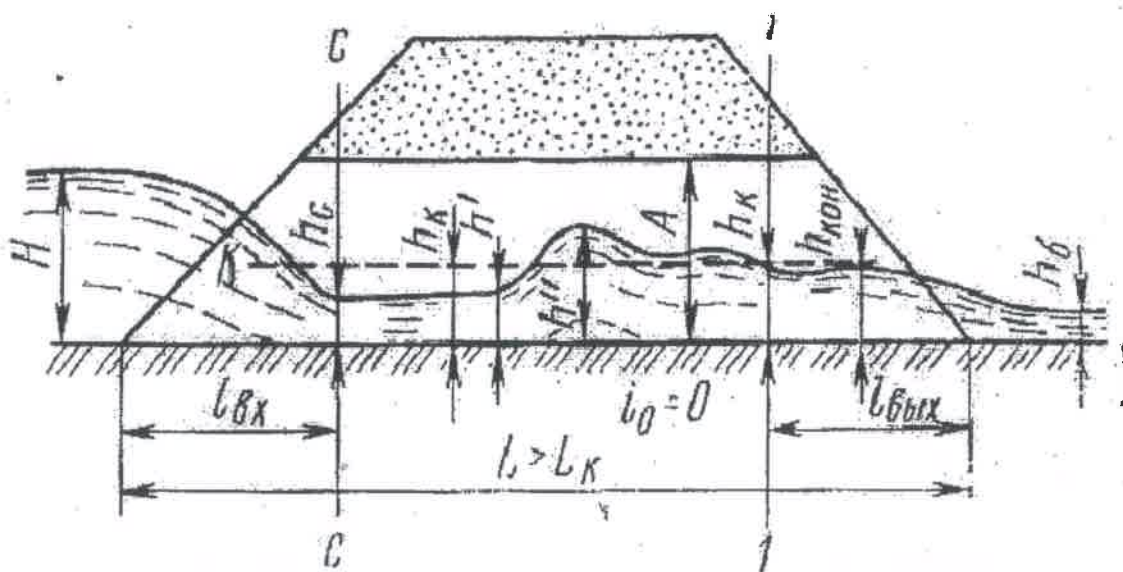
n- хоолойн барзгаршлын коэффициент

R- гидравлик радиус

i – хоолойн тавигдсан хэвгий

### Дугуй болон тэгш өнцөгт огтлолтой ус нэвтрүүлэх барилга

Авто замын ус нэвтрүүлэх дугуй болон квадрат, тэгш өнцөгт хэлбэрийн төмөр бетонон хоолойн ус нэвтрүүлэх чадварыг түүгээр өнгөрөх усны шахагдсан огтлол дахь усны гүн мөн критик гүнээр уламжлан тооцоог гүйцэтгэдэг. Иймд ус зайлуулах хоолойн ёроолыг критик хэвгийтэй тэнцүү буюу түүнээс их байхаар авна. Авто замын ус нэвтрүүлэх байгууламжийн гидравлик тооцоог түрэлтгүй ус нэвтрүүлэх хоолойн зарчмаар дараах томъёогоор тооцов. Үүнд:



Дугуй болон тэгш өнцөгт огтлолтой ус гаргах барилгын тооцооны схем

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Энд: — хажуугийн шахагдлын коэффициент

Дээрхи томъёог дараах хэлбэрт оруулбал:

Үүнд:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ; м<sup>3</sup>/с

Энд:  $Q$  - барилгаар өнгөрөх усны өнгөрөлт,  $\text{м}^3/\text{с}$

$\varepsilon$  – хажуугийн шахагдлын коэффициент

$\varphi$  - оролтын эсэргүүцлийг тооцох коэффициент

$\omega$  - усны урсгалын шахагдсан огтлол дахь талбай,  $\text{м}^2$

$S_0$  - хоолойгоор өнгөрөх усны дүүргэлтийн зэрэг

$A$  - хоолойн өндөр, м

$K_{1V}$  - шахагдсан огтлол тооцох коэффициент

Ус нэвтрүүлэх хоолойн ус оролтын хэсгийн хийцээс хамааруулж хажуугийн шахагдлын болон оролтын хэсгийн коэффициентийг сонгох ба тооцоонд раструб хийцтэй байхаар тооцож  $\varepsilon = 0.9$ ;  $\varphi = 0.9$  гэж тооцов.

А. Тооцоог шахагдсан огтлолоор гүйцэтгэх тохиолдолд дараах тооцоог гүйцэтгэнэ.

1. Хоолойн түрэлтийн зэрэг

$$S_0 = \frac{H_0}{A}; \quad S_0 < 1.0 \text{ тооцоонд } S_0 = 0.8 \div 0.9$$

1. Шахагдсан огтлолын харьцангуй гүн

$$K_c = \frac{h_c}{H_0}; \quad h_c - \text{шахагдсан огтлол дахь усны гүн}$$

2. Шахагдсан огтлол дахь усны хурд

$$V_c = \varphi \sqrt{2gH_0}$$

3. Шахагдсан огтлолын усны холбоос гүн  $h_c''$

$$h_c'' = K_{1c}'' A$$

$K_c \cdot K_{c1}'' \cdot \sqrt{K_{c1}''}$  -ийн холбогдлыг  $\varphi$ -ээс хамааруулан лавлахаас авна. Түрэлтгүй хоолойн хувьд дараах тооцооны хамаарлыг ашиглана.

$$h_a = K_{1c} \cdot A; \quad \text{энд } K_{1c} = S_0 \cdot K_c$$

$$A = K_{2c} \frac{\alpha V^2}{g} \quad \text{энд } K_{2c} = \frac{1}{2\varphi^2(S_0 - K_{c1})}$$

Б. Тооцоог критик гүнээр тооцох тохиолдолд дараах тооцоог гүйцэтгэнэ.

1. Хоолойн түгэлтийн зэрэг

$$S_0 = \frac{H_0}{A} \quad S_0 < 1.0 \text{ тооцоонд } S_0 = 0.8 \div 0.9$$

2. Усны критик гүн

$$h_K = K_{1K} \cdot A$$

3. Хоолойн өндрийг тооцох

$$A = K_{2C} \frac{\alpha V^2}{g} \quad A = K_{3K} \sqrt[5]{\frac{\alpha Q^2}{g \varepsilon^2}}$$

4. Дээрх томъёонуудад орсон  $K_{1K}$ ,  $K_{2K}$ ,  $K_{3K}$ ,  $K_{4K}$  коэффициентуудыг лавлахаас  $\varphi$ -ээс хамааруулан авна.

5. Хоолойн критик хэвгийг

$$i_K = \frac{K_{4K} \cdot g n^2}{a^3 \sqrt{A}}$$

Ус зайлуулах хоолойн төгсгөл дэх усны хурд хөрсний угаагдал үүсэх хурдаас их байх нөхцөлд усны хурд, хүч унтраах худаг төлөвлөдөг ба дараах томъёогоор тооцдог.

Худаг дахь усны шахагдсан огтлол дахь гүн ба холбогдох гүнийг дараах томъёогоор тооцно.

$$h_2 = 0.5 \cdot h_1 \left[ \sqrt{1 + \frac{8\alpha \cdot q^2}{g \cdot h_1^3}} - 1 \right]$$

Худаг дахь усны шахагдсан огтлол дахь усны хурдыг дараах томъёогоор тооцно.

$$V = \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot (H_0 + P - h_1)}$$

Худгийн нэгж өргөнд ноогдох усны зарцуулгыг дараах томъёогоор тооцно.

$$q = \varphi \cdot h_1 \sqrt{2g \cdot (H_0 + P - h_1)}$$

Усны хүч, хурд унтраах худаг нь дараах нөхцлийг хангана.

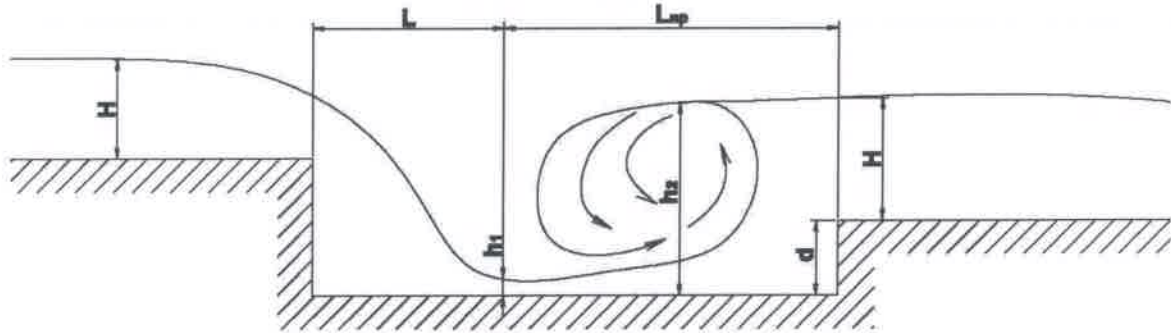
$$d + H \geq h_2$$

Худгийн уртыг дараах томъёогоор тооцно.

$$L = l + l_{np} \quad l = \varphi \cdot \sqrt{H_0(2p + H)} \quad l_{np} = 3.2 \cdot h_2$$

Худгийн уртыг дараах томъёогоор тооцно.

$$L = l + l_{np} \quad l = \varphi \cdot \sqrt{H_0(2p + H)} \quad l_{np} = 3.2 \cdot h_2$$



Усны энерги унтраах худгийн тооцооны схем

Ус зайлуулах хоолойн төгсгөлд баригдах усны энерги унтраах худгийг барилгын төрлөөс хамааруулж тооцсон тооцоог доорхи хүснэгтэнд үзүүлэв.

Баилгын хийц	Энерги унтраах худгийн хэмжээ								
	<i>B</i>			<i>L</i>	<i>P</i>	<i>d</i>			<i>H</i>
Ф1,0м –ийн төмөрбетон хоолой	2.5	0.97	1.95	3.0	0.5	0.2	0.1	0.61	0.6
Ф1,5м –ийн төмөрбетон хоолой	3.0	1.3	2.56	4.0	0.5	0.2	0.17	0.8	0.8
/2 x 2/ огтлолтой хоолой	4.0	1.51	3.46	5.0	0.5	0.2	0.35	1.08	1.0
/2,5 x 2/ огтлолтой хоолой	4.0	1.3	3.3	5.0	0.5	0.2	0.46	1.08	1.0

Автозамын ус нэвтрүүлэх барилга баригдахаар сонгосон хэсэг тус бүрт ус гаргуурын барилгын хийц түүнтэй холбоотой гидравлик элементүүдийг тооцож хүснэгтэд үзүүлэв.



Ус гаргах хоолойн гидравлик үзүүлэлтүүд

№	пикет	Q <sub>1%</sub>	Q <sub>2%</sub>	D, мм	S <sub>0</sub>	K <sub>1к</sub>	K <sub>3к</sub>	K <sub>4к</sub>	H <sub>0</sub>	h <sub>кр</sub>	i <sub>кр</sub>
1	Бумбатын хөндий	31,22	27,473	(2.5x2.5-3)	0.81	0.402 0.505	0.647 1.50	0.505 3.2	2.03	1.26	0.0067
2	Хөшөөтийн хөндий	29,79	26,22	(2.5x2.5-3)	0.78	0.482	1.54	3.14	1.95	1.21	0.0066
3	Бийрийн гол	63,869	56,205	(3x3-3)	0.95	0.581	1.37	3.37	2.85	1.76	0.0067
4	Цагаан хавцгайтын ам	16,041	14,116	(2.5x2.5-2)	0.68	0.423	1.65	3.02	1.7	1.06	0.0063
5	Нарийны гол	54,431	47,899	(3x3-3)	0.87	0.537	1.46	3.26	2.61	1.61	0.0064
6	Шар хуцын гол	12,496	10,996	(2x2-2)	0.86	0.531	1.46	3.25	1.72	1.06	0.0073
7	Шаргалзуутын гол	418,0	367,84	Гүүр 18x3=54					Φ=0.90, m=0.365, b=54.0м, h=3.0м, Q=431.3м3/сек		
8	Бийрийн гол	63,869	56,205	Гүүр (18x1)					Φ=0.90, m=0.365, b=18.0м, h=1,7м, Q=64,5м3/сек		
9	Нарийны гол	54,431	47,899	Гүүр (18x1)					Φ=0.90, m=0.365, b=18.0м, h=1,6м, Q=54,4м3/сек		
10	Шаргалзуутын гол	418,0	367,84	Гүүр 15x4=60					Φ=0.90, m=0.365, b=60.0м, h=2,7м, Q=430,0м3/сек		
11	Бийрийн гол	63,869	56,205	(4x4-2)	0.79	0.49	1.51	3.14	3.16	1.96	0.0056
12	Нарийны гол	54,431	47,899	(4x4-2)	0.71	0.439	1.68	3.05	2.84	1.76	0.0054