**Вариант 5**

**Задача 1.** Определить состав горючей массы угля марки Г6, если его элементарный состав рабочей массы: $C^{p}=25,6 \%$; $H^{p}=2,2 \%$; $S\_{л}^{p}=2,9 \%$; $N^{p}=0,6 \%$; $O^{p}=8,7 \%$; $A^{p}=34 \%$; $W^{p}=26 \%$.

**Решение**

$$C^{г}=C^{p}×\frac{100}{100-\left(A^{p}+W^{p}\right)}=25,6×\frac{100}{100-\left(26+34\right)}=64 \%$$

$$H^{г}=H^{p}×\frac{100}{100-\left(A^{p}+W^{p}\right)}=2,2×\frac{100}{100-\left(26+34\right)}=5,5 \%$$

$$S\_{л}^{г}=S\_{л}^{p}×\frac{100}{100-\left(A^{p}+W^{p}\right)}=2,9×\frac{100}{100-\left(26+34\right)}=7,25 \%$$

$$N^{г}=N^{p}×\frac{100}{100-\left(A^{p}+W^{p}\right)}=0,6×\frac{100}{100-\left(26+34\right)}=1,5 \%$$

$$O^{г}=O^{p}×\frac{100}{100-\left(A^{p}+W^{p}\right)}=8,7×\frac{100}{100-\left(26+34\right)}=21,75 \%$$

**Задача 2.** Определить низшую и высшую теплоту сгорания рабочей массы бурого угля состава: $C^{p}=25,6 \%$; $H^{p}=2,2 \%$; $S\_{л}^{p}=2,9 \%$; $N^{p}=0,6 \%$; $O^{p}=8,7 \%$; $A^{p}=34 \%$; $W^{p}=26 \%$.

**Решение**

Низшая теплота сгорания равна:

$$Q\_{н}^{p}=338×C^{p}+1025×H^{p}+108,5×\left(O^{p}-S\_{л}^{p}\right)-25×W^{p}=338×25,6+1025×2,2+108,5×\left(8,7-2,9\right)-25×26=10887,1 \frac{кДж}{кг}$$

Высшая теплота сгорания равна:

$$Q\_{в}^{p}=Q\_{н}^{p}+225×H^{p}+25×W^{p}=10887,1+225×2,2+25×26=12032,1 \frac{кДж}{кг}$$

**Задача 3.** В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D=13,5\frac{кг}{с}$ сжигается подмосковный уголь состава: $C^{p}=25,6 \%$; $H^{p}=2,2 \%$; $S\_{л}^{p}=2,9 \%$; $N^{p}=0,6 \%$; $O^{p}=8,7 \%$; $A^{p}=34 \%$; $W^{p}=26 \%$. Составить тепловой баланс котельного агрегата, если температура топлива при входе в топку $t\_{p}=20 ºC$, натуральный расход топлива $B=4\frac{кг}{с}$, давление перегретого пара $p\_{п.п}=4 МПа$, температура перегретого пара $t\_{п.п}=450 ºC$, температура питательной воды $t\_{п.в}=150 ºC$, величина непрерывной продувки $P=4\%$, теоретическое количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива $V=2,98\frac{м^{3}}{кг}$, объем уходящих газов на выходе из последнего газохода $V\_{г.ух}=4,86 \frac{м^{3}}{кг}$, температура уходящих газов на выходе из последнего газохода $t\_{ух}=160 ºC$, средняя объемная теплоемкость газов $c\_{г.ух}=1,415\frac{кДж}{м^{3}×К}$, коэффициент избытка воздуха за последним газоходом $α\_{ух}=1,48$, температура воздуха в котельной $t\_{в}=30 ºC$, объемная теплоемкость воздуха $c\_{в}=1,297\frac{кДж}{м^{3}×К}$, содержание в уходящих газах окиси углерода $CO=0,2\%$ и трехатомных газов $RO\_{2}=16,6 \%$ и потери тепла от механической неполноты сгорания$ q\_{4}=4\%$. Потерями тепла с физическим теплом шлаков пренебречь.

**Решение**

Низшая теплота сгорания равна:

$$Q\_{н}^{p}=338×C^{p}+1025×H^{p}+108,5×\left(O^{p}-S\_{л}^{p}\right)-25×W^{p}=338×25,6+1025×2,2+108,5×\left(8,7-2,9\right)-25×26=10887,1 \frac{кДж}{кг}$$

Теплоемкость рабочей массы топлива равна:

$$c\_{m}^{p}=c\_{m}^{c}×\frac{100-W^{p}}{100}+c\_{H\_{2}O}×\frac{W^{p}}{100}=1,088×\frac{100-26}{100}+4,19×\frac{26}{100}=1,9 \frac{кДж}{кг×К}$$

Физическая теплота топлива составляет:

$$Q\_{тл}=c\_{m}^{p}×t\_{p}=1,9×20=38\frac{кДж}{кг}$$

Располагаемая теплота:

$$Q\_{p}^{p}=Q\_{н}^{p}+Q\_{тл}=10887,1+38=10925,1\frac{кДж}{кг}$$

Теплота, полезно использованная в котлоагрегате равна:

$$Q\_{1}=\frac{D\_{пе}}{B}×\left(\left(i\_{п.п}-i\_{п.в}\right)+\frac{P}{100}×\left(i\_{кв}-i\_{п.в}\right)\right)=\frac{13,5}{4}×\left(\left(3330-632\right)+\frac{4}{100}×\left(1087,5-632\right)\right)=9167,2\frac{кДж}{кг}$$

Потери теплоты с уходящими газами определяем по соотношению:

$$Q\_{2}=\left(V\_{г.ух}×c\_{г.ух}×t\_{ух}-α\_{ух}×V×c\_{в}×t\_{в}\right)×\frac{100-q\_{4}}{100}=\left(4,86×1,415×160-1,48×2,98×1,297×30\right)×\frac{100-4}{100}=891,5\frac{кДж}{кг}$$

Потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива равны:

$$Q\_{3}=237×\left(C^{p}+0,375×S\_{л}^{p}\right)×\frac{CO}{RO\_{2}+CO}=237×\left(25,6+0,375×2,9\right)×\frac{0,2}{16,6+0,2}=75,3\frac{кДж}{кг}$$

Потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива составляют:

$$Q\_{4}=\frac{q\_{4}×Q\_{p}^{p}}{100}=\frac{4×10925,1}{100}=437\frac{кДж}{кг}$$

Потери теплоты в окружающую среду равны:

$$Q\_{5}=Q\_{p}^{p}-\left(Q\_{1}+Q\_{2}+Q\_{3}+Q\_{4}\right)=10925,1-\left(9167,2+891,5+75,3+437\right)=354,1\frac{кДж}{кг}$$

Составляющие теплового баланса:

$$q\_{1}=\frac{Q\_{1}}{Q\_{p}^{p}}×100\%=\frac{9167,2}{10925,1}×100\%=83,91 \%$$

$$q\_{2}=\frac{Q\_{2}}{Q\_{p}^{p}}×100\%=\frac{891,5}{10925,1}×100\%=8,16 \%$$

$$q\_{3}=\frac{Q\_{3}}{Q\_{p}^{p}}×100\%=\frac{75,3}{10925,1}×100\%=0,69 \%$$

$$q\_{4}=\frac{Q\_{4}}{Q\_{p}^{p}}×100\%=\frac{437}{10925,1}×100\%=4,0 \%$$

$$q\_{5}=\frac{Q\_{5}}{Q\_{p}^{p}}×100\%=\frac{354,1}{10925,1}×100\%=3,24 \%$$

Тепловой баланс котельного агрегата:

$$Q\_{p}^{p}=Q\_{1}+Q\_{2}+Q\_{3}+Q\_{4}+Q\_{5}=9167,2+891,5+75,3+437+354,1=10925,1\frac{кДж}{кг}$$

или в процентах от предполагаемой величины:

$$q\_{1}+q\_{2}+q\_{3}+q\_{4}+q\_{5}=83,91+8,16+0,69+4,0+3,24=100\%$$

**Задача 4.** Определить тепло, полезно использованное в котельном агрегате паропроизводительностью $D=5,5\frac{кг}{с}$, если натуральный расход топлива $B=0,61\frac{кг}{с}$, давление перегретого пара $p\_{п.п}=1,3 МПа$, температура перегретого пара $t\_{п.п}=275 ºC$, температура питательной воды $t\_{п.в}=110 ºC$ и величина непрерывной продувки $P=3 \%$.

**Решение**

Теплота, полезно использованная в котлоагрегате равна:

$$Q\_{1}=\frac{D\_{пе}}{B}×\left(\left(i\_{п.п}-i\_{п.в}\right)+\frac{P}{100}×\left(i\_{кв}-i\_{п.в}\right)\right)=\frac{5,5}{0,61}×\left(\left(2988-564\right)+\frac{3}{100}×\left(971-564\right)\right)=21965,83 \frac{кДж}{кг}$$

**Задача 5.** В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D=7,22\frac{кг}{с}$ сжигается высокосернистый мазут состава: $C^{p}=85,6 \%$; $H^{p}=5,8 \%$; $S\_{л}^{p}=2,9 \%$; $N^{p}=0,6 \%$; $O^{p}=1 \%$; $A^{p}=0,1 \%$; $W^{p}=4 \%$. Определить располагаемое тепло в $\frac{кДж}{кг}$ и полезно использованное в котлоагрегате тепло в процентах, если известны температура подогрева мазута $t\_{т}=90 ºC$, натуральный расход топлива $B=0,527\frac{кг}{с}$, давление перегретого пара $p\_{п.п}=1,3 МПа$, температура перегретого пара $t\_{п.п}=250 ºC$, температура питательной воды $t\_{п.в}=100 ºC$ и величина непрерывной продувки $Р=4\%$.

**Решение**

Низшая теплота сгорания равна:

$$Q\_{н}^{p}=338×C^{p}+1025×H^{p}+108,5×\left(O^{p}-S\_{л}^{p}\right)-25×W^{p}=338×85,6+1025×5,8+108,5×\left(1-2,9\right)-25×4=34571,65 \frac{кДж}{кг}$$

Теплоемкость рабочей массы топлива равна:

$$c\_{m}^{p}=c\_{m}^{c}×\frac{100-W^{p}}{100}+c\_{H\_{2}O}×\frac{W^{p}}{100}=1,088×\frac{100-4}{100}+4,19×\frac{4}{100}=1,21 \frac{кДж}{кг×К}$$

Физическая теплота топлива составляет:

$$Q\_{тл}=c\_{m}^{p}×t\_{p}=1,21×90=108,9\frac{кДж}{кг}$$

Располагаемая теплота:

$$Q\_{p}^{p}=Q\_{н}^{p}+Q\_{тл}=34571,65+108,9=34680,55\frac{кДж}{кг}$$

Теплота, полезно использованная в котлоагрегате равна:

$$Q\_{1}=\frac{D\_{пе}}{B}×\left(\left(i\_{п.п}-i\_{п.в}\right)+\frac{P}{100}×\left(i\_{кв}-i\_{п.в}\right)\right)=\frac{7,22}{0,527}×\left(\left(2931-552\right)+\frac{4}{100}×\left(952-552\right)\right)=32811,95 \frac{кДж}{кг}$$

**Задача 6.** Определить площадь колосниковой решетки, которую требуется установить под вертикально-водотрубным котлом паропроизводительностью $D=6,1\frac{кг}{с}$, работающем на подмосковном буром угле состава: $C^{p}=25,6 \%$; $H^{p}=2,2 \%$; $S\_{л}^{p}=2,9 \%$; $N^{p}=0,6 \%$; $O^{p}=8,7 \%$; $A^{p}=34 \%$; $W^{p}=26 \%$, если температура топлива при входе в топку $t\_{Т}=20°С$, давление перегретого пара $p\_{п.п}=4 МПа$, температура перегретого пара $t\_{п.п}=420 ºC$, температура питательной воды $t\_{п.в}=180 ºC$, к.п.д. брутто котлоагрегата $η\_{к.а}^{бр}=87\%$, величина непрерывной продувки $P=4\%$ и тепловое напряжение площади колосниковой решетки $\frac{Q}{R}=1170\frac{кВт}{м^{2}}$.

**Решение**

Низшая теплота сгорания равна:

$$Q\_{н}^{p}=338×C^{p}+1025×H^{p}+108,5×\left(O^{p}-S\_{л}^{p}\right)-25×W^{p}=338×85,6+1025×5,8+108,5×\left(1-2,9\right)-25×4=34571,65 \frac{кДж}{кг}$$

Теплоемкость рабочей массы топлива равна:

$$c\_{m}^{p}=c\_{m}^{c}×\frac{100-W^{p}}{100}+c\_{H\_{2}O}×\frac{W^{p}}{100}=1,088×\frac{100-26}{100}+4,19×\frac{26}{100}=1,9 \frac{кДж}{кг×К}$$

Физическая теплота топлива составляет:

$$Q\_{тл}=c\_{m}^{p}×t\_{p}=1,9×20=38\frac{кДж}{кг}$$

Располагаемая теплота:

$$Q\_{p}^{p}=Q\_{н}^{p}+Q\_{тл}=34571,65+38=34609,65 \frac{кДж}{кг}$$

Натуральный расход топлива равен

$$B=\frac{D\_{пе}×\left(\left(i\_{п.п}-i\_{п.в}\right)+\frac{P}{100}×\left(i\_{кв}-i\_{п.в}\right)\right)}{Q\_{p}^{p}×η\_{к.а}^{бр}}=\frac{6,1×\left(\left(3261-764\right)+\frac{4}{100}×\left(1181-764\right)\right)}{34609,65×0,87}=0,51\frac{кг}{с}$$

Площадь колосниковой решетки составляет

$$R=\frac{B×Q\_{p}^{p}}{\frac{Q}{R}}=\frac{0,51×34609,65}{1170}=15,08 м^{3}$$

**Задача 7.** В топке котельного агрегата паропроизводительностью $D=7,05\frac{кг}{с}$ сжигается природный газ состава: $CO\_{2}=0,3 \%$; $CH\_{4}=93,9 \%$; $C\_{2}H\_{6}=0,5 \%$; $C\_{3}H\_{8}=4 \%$; $C\_{4}H\_{10}=0,1 \%$; $N\_{2}=1,2 \%$. Определить объем топочного пространства и коэффициент полезного действия топки, если давление перегретого пара $p\_{п.п}=1,4 МПа$, температура перегретого пара $t\_{п.п}=290 ºC$, температура питательной воды $t\_{п.в}=100 ºC$, к.п.д. брутто котлоагрегата $η\_{к.а}^{бр}=91,2 \%$, тепловое напряжение топочного объема $\frac{Q}{V\_{T}}=310\frac{кВт}{м^{3}}$, потери тепла от химической неполноты сгорания $q\_{3}=1,2 \%$ и от механической неполноты сгорания $q\_{4}=1 \%$.

**Решение**

Низшая температура сгорания равна:

$$Q\_{н}^{p}=338×CH\_{4}+636×C\_{2}H\_{6}+913×C\_{3}H\_{8}+1185×C\_{4}H\_{10}=338×93,9+636×0,5+913×4+1185×0,1=35826,7 \frac{кДж}{кг}$$

Натуральный расход топлива равен

$$B=\frac{D\_{пе}×\left(\left(i\_{п.п}-i\_{п.в}\right)+\frac{P}{100}×\left(i\_{кв}-i\_{п.в}\right)\right)}{Q\_{н}^{p}×η\_{к.а}^{бр}}=\frac{7,05×\left(\left(2982-793\right)+\frac{4}{100}×\left(1265-793\right)\right)}{35826,7×0,912}=0,476\frac{кг}{с}$$

Объем топочного пространства определяем из уравнения:

$$\frac{Q}{V\_{т}}=\frac{B×Q\_{н}^{p}}{V\_{т}}$$

Откуда

$$V\_{т}=\frac{B×Q\_{н}^{p}}{\frac{Q}{V\_{т}}}=\frac{0,476×35826,7}{310}=55,01 м^{3}$$

КПД топки составляет:

$$η\_{т}=100-q\_{3}-q\_{4}=100-1,2-1=97,8\%$$

**Задача 8.** Определить температуру газов на выходе из топки котельного агрегата паропроизводительностью $D=13,9 кг/с$, работающего на подмосковном угле состава: $C^{p}=25,6 \%$; $H^{p}=2,2 \%$; $S\_{л}^{p}=2,9 \%$; $N^{p}=0,6 \%$; $O^{p}=8,7 \%$; $A^{p}=34 \%$; $W^{p}=26 \%$ если температура топлива при входе в топку $t\_{Т}=20°С$, давление перегретого пара $p\_{п.п}=4 МПа$, температура перегретого пара $t\_{п.п}=450 ºC$, температура питательной воды $t\_{п.в}=150 ºC$, величина непрерывной продувки $Р=4\%$, теплоемкость рабочей массы топлива $c\_{T}^{p}=2,1\frac{кДж}{кг×К}$, к.п.д. котлоагрегата брутто $η\_{к.а}^{бр}=91,2 \%$, теоретическая температура горения топлива в топке $ϑ\_{Т}=1631°С$, условный коэффициент загрязнения $ξ=0,7$, степень черноты топки $а\_{т}=0,607$, лучевоспринимающая поверхность нагрева $Н\_{л}=239 м^{2}$, средняя суммарная теплоемкость продуктов сгорания топлива в интервале температур $ϑ\_{Т}-ϑ\_{Т}^{''}$ $V\_{ср}= 8,34\frac{кДж}{кг×К}$, расчетный коэффициент, зависящий от относительного местоположения максимума температуры в топке $М=0,45$, потери тепла от механической неполноты сгорания $q\_{4}=2 \%$ и потери тепла в окружающую среду $q\_{5}=0,9 \%$.

**Решение**

Низшую теплоту сгорания рабочей массы топлива определяем по формуле

$$Q\_{н}^{p}=338×C^{p}+1025×H^{p}+108,5×\left(O^{p}-S\_{л}^{p}\right)-25×W^{p}=338×25,6+1025×2,2+108,5×\left(8,7-2,9\right)-25×26=10887,1 \frac{кДж}{кг}$$

Физическое тепло топлива равно:

$$Q\_{тл}=c\_{T}^{p}×t\_{Т}=2,1×20=42\frac{кДж}{кг}$$

Располагаемое тепло равно

$$Q\_{p}^{p}=Q\_{н}^{p}+Q\_{тл}=10887,1+42=10929,1 \frac{кДж}{кг}$$

Натуральный расход топлива равен:

$$B=\frac{D\_{пе}×\left(\left(i\_{п.п}-i\_{п.в}\right)+\frac{P}{100}×\left(i\_{кв}-i\_{п.в}\right)\right)}{Q\_{p}^{p}×η\_{к.а}^{бр}}=\frac{13,9×\left(\left(3330-628\right)+\frac{4}{100}×\left(1087,5-628\right)\right)}{10929,1×0,912}=3,79\frac{кг}{с}$$

Расчетный расход топлива составляет:

$$B\_{p}=B×\left(1-\frac{q\_{4}}{100}\right)=3,79×\left(1-\frac{2}{100}\right)=3,71\frac{кг}{с}$$

Коэффициент сохранения тепла равен:

$$φ=1-\frac{q\_{5}}{100}=1-\frac{0,9}{100}=0,991$$

Температура газов на выходе из топки равна:

$$ϑ\_{т}^{''}=\frac{ϑ\_{Т}}{M×\left(\frac{5,1×10^{-11}×ξ×Н\_{л}×а\_{т}×ϑ\_{Т}^{3}}{φ×B\_{p}×V\_{ср}}\right)^{0,6}+1}-273=\frac{1904}{0,45×\left(\frac{5,1×10^{-11}×0,7×239×0,607×1904^{3}}{0,991×3,71×8,34}\right)^{0,6}+1}-273=1000 ˚С$$

**Задача 9**. Определить количество теплоты, воспринятой паром в пароперегревателе котельного агрегата паропроизводительностью $D=10,5\frac{кг}{с}$, работающего на подмосковном угле марки Б2 с низшей теплотой сгорания $Q\_{н}^{p}=12300\frac{кДж}{кг}$, если известны температура топлива при входе в топку $t\_{Т}=20°С$, теплоемкость рабочей массы топлива $c\_{T}^{p}=2,1\frac{кДж}{кг×К}$, давление насыщенного пара $p\_{н.п}=4,5 МПа$, давление перегретого пара $p\_{п.п}=4 МПа$, температура перегретого пара $t\_{п.п}=450 ºC$, Температура питательной воды $t\_{п.в}=150 ºC$, величина непрерывной продувки $Р=3 \%$, к.п.д. котлоагрегата (брутто) $η\_{к.а}^{бр}=88 \%$ и потери теплоты от механической неполноты сгорания топлива $q\_{4}=4 \%$.

**Решение**

Физическую теплоту топлива определяем по формуле:

$$Q\_{тл}=c\_{T}^{p}×t\_{Т}=2,1×20=42\frac{кДж}{кг}$$

Располагаемую теплоту находим по формуле:

$$Q\_{p}^{p}=Q\_{н}^{p}+Q\_{тл}=12300+42=12342 \frac{кДж}{кг}$$

Натуральный расход топлива определяем по формуле:

$$B=\frac{D\_{пе}×\left(\left(i\_{п.п}-i\_{п.в}\right)+\frac{P}{100}×\left(i\_{кв}-i\_{п.в}\right)\right)}{Q\_{p}^{p}×η\_{к.а}^{бр}}=\frac{10,5×\left(\left(3324-625\right)+\frac{3}{100}×\left(1085-625\right)\right)}{12342×0,88}=2,62\frac{кг}{с}$$

Расчетный расход топлива находим по формуле:

$$B\_{p}=B×\left(1-\frac{q\_{4}}{100}\right)=2,62×\left(1-\frac{4}{100}\right)=2,52\frac{кг}{с}$$

Количество теплоты, воспринятой паром в пароперегревателе, определяем по формуле:

$$Q\_{пе}=\frac{D\_{пе}}{B\_{p}}×\left(i\_{п.п}-i\_{н.п}\right)=\frac{10,5}{2,52}×\left(3324-2848,6\right)=1980,8\frac{кДж}{м^{3}}$$

**Задача 10.** Определить энтальпию продуктов сгорания на выходе из пароперегревателя котельного агрегата паропроизводительностью $D=6,5\frac{кг}{с}$, работающего на природном газе с низшей теплотой сгорания $Q\_{н}^{с}=33500 \frac{кДж}{кг}$, если известны давление насыщенного пара $p\_{н.а}=1,5 МПа$, давление перегретого пара $p\_{п.п}=4 МПа$, температура перегретого пара $t\_{п.п}=350 ºC$, температура питательной воды $t\_{п.в}=100 ºC$ величина непрерывной продувки $Р=4 \%$, к.п.д. котлоагрегата (брутто) $η\_{к.а}^{бр}=92 \%$, энтальпия продуктов сгорания на входе в пароперегреватель $h\_{пв}^{'}=17220\frac{кДж}{м^{3}}$, теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания топлива $V^{0}=9,52\frac{м^{3}}{м^{3}}$, присос воздуха в газоходе пароперегревателя $Δα\_{пв}=0,05$, температура воздуха в котельной $t\_{н}=30°С$ и потери теплоты в окружающую среду $q\_{5}=1 \%$.

**Решение**

Расчетный расход топлива определяем по формуле:

$$B\_{p}=\frac{D\_{пе}×\left(\left(h\_{п.п}-h\_{п.в}\right)+\frac{P}{100}×\left(i\_{кв}-i\_{п.в}\right)\right)}{Q\_{p}^{p}×η\_{к.а}^{бр}}=\frac{6,5×\left(\left(3093-581\right)+\frac{4}{100}×\left(1008-581\right)\right)}{33500×0,92}=0,53\frac{кг}{с}$$

Количество теплоты, воспринятой паром в пароперегревателе, находим по формуле:

$$Q\_{пв}=\frac{D\_{пе}}{B\_{p}}×\left(h\_{п.п}-h\_{н.п}\right)=\frac{6,5}{0,53}×\left(3093-2597,8\right)=6073\frac{кДж}{м^{3}}$$

Находим энтальпию насыщенного пара при давлении $p\_{н.а}=1,5 МПа$: $i\_{н.а}=2791,8\frac{кДж}{кг}$

Расход пара через пароперегреватель $D\_{пе}$ равен паропроизводительности котлоагрегата $D$, так как отсутствует отбор насыщенного пара.

Коэффициент сохранения теплоты определяем по формуле:

$$φ=1-\frac{q\_{5}}{100}=1-\frac{1}{100}=0,99$$

Энтальпию продуктов сгорания на выходе из пароперегревателя находим из формулы:

$$h\_{пв}^{''}=h\_{пв}^{'}-\frac{Q\_{пв}}{φ}+Δα\_{пв}×V^{0}×\left(cv\right)\_{х.в}=17220-\frac{6073}{0,99}+0,05×9,52×40=11104,7\frac{кДж}{м^{3}}$$