**РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ**

**ВЕЩЕСТВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА**

(выбор топлива с учетом платежей)

В РФ нормативными актами предусматривается определение количества выбросов загрязняющих веществ либо по результатам проводимых в соответствии с существующим регламентом непосред­ственных замеров, либо расчетным путем по утвержденным методи­кам расчета для каждого вида производства и применяемого техно­логического оборудования.

В данной задаче используются рекомендуемые методы расчета выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах ма­лой производительности (формулы даны для случая отсутствия ус­тановок по улавливанию или обезвреживанию отходящих газов). Рассматривается использование только твердого топлива - угля. В этом случае рассчитываются выбросы твердых частиц (летучая зола и несгоревшее топливо), оксиды серы (в пересчете на SO2), оксид уг­лерода СО и оксиды азота (в пересчете на NO2). В задаче рассчиты­ваются годовые выбросы.

Выброс твердых частиц Птв рассчитывается по формуле:

 , т/год (2,1)

где

* В - расход топлива, т/год;
* Аг - зольность топлива, %;
* х - коэффициент, характеризующий условия сгорания (зави­сит от типа топки).

Количество оксидов серы Пso (в пересчете на SO2) определяется по уравнению:

**** , т/год (2.2)

где

* Sr - содержание серы в топливе, % ;
* Nso1 - доля оксидов серы, связываемая золой.

Выброс оксида углерода Псорассчитывается следующим образом:

******т/год (2.3)

Где

* Qi - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;
* Ксо - количество оксида углерода на единицу теплоты, выде­ляющейся при горении топлива, кг/ГДж - зависит от типа топки;
* q4 - потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива, % -зависит от типа топки.

Оксиды азота Пт рассчитываются по формуле:

т/год (2,4)

где

* V0 - объем продуктов сгорания топлива при коэффициенте избытка воздуха (а) равном 1,0, мэ/кг;
* а - коэффициент избытка воздуха (зависит от типа топки).

Коэффициент 0,0002 учитывает экспериментальные данные по содержанию оксидов азота в дымовых газах и приведение к одной размерности.

Определение количества выбросов необходимо для их норми­рования и расчета платежей. Последние построены таким образом, что должны способствовать принятию предприятием мер по сокра­щению выброса загрязняющих веществ в атмосферу. Наиболее от­работан этот механизм именно для процессов сжигания топлив в энергетике. Однако он реально ощутим и для котельных с котлами малой производительности. Решаемая задача и представляет собою ; пример экономической оптимизации деятельности предприятия ис­ходя из экологических требований.

**Условие задачи**

На товарно-сырьевой бирже предлагается 5 сортов углей по одной цене-1,0 руб./ГДж. требуется определить (с учетом экологи­ческих свойств различных видов и сортов углей) наиболее выгодный вариант обеспечения предприятия топливом.

В предыдущем периоде предприятие использовало топливо (см. таблицу характеристик углей - табл.2.1), соответствующее но­меру решаемого варианта. Соответственно лимиты выбросов в ат­мосферу на текущий период виданы были из расчета использова­ния этого сорта топлива.

Потребность предприятия в топливе, тип топки котельной и предлагаемые виды углей приведены в таблице исходный данных (табл.2.2).

Характеристики различных видов топок приведены в справоч­ной таблице (табл.2.3).

Котельная предприятия не оборудована золоуловителем и другими какими-либо устройствами, снижающими выбросы вредных веществ в атмосферу. Доля серы, связываемой золой, принимается для кузнецких и печорских углей - 0.1, для канско-ачинских и подмос­ковных - 0,2.

Нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в атмо­сферный воздух составляют:

твердые частицы (пыль нетоксичная)

• при выбросах в пределах лимита 0,05 руб./т;

• при выбросах сверх лимита 0.12 руб/т;

оксиды серы

• при выбросах в пределах лимита 30 руб./т;

• при выбросах сверх лимита 140 руб./т;

оксид углерода

• при выбросах в пределах лимита 0,3 руб./т;

• при выбросах сверх лимита 1,5 руб./т;

оксид азота

• при выбросах в пределах лимита 25 руб./т;

• при выбросах сверх лимита 120 руб./т.

Итогом решения является определение следующих данных:

* сорта наиболее выгодного для предприятия угля (N по табл. характеристик углей);
* уменьшения расходов предприятия при переходе на наибо­лее выгодный вариант;
* сорта наиболее невыгодного (наиболее дорогого) варианта (N по табл. характеристик углей);
* раэница в расходах предприятия по наиболее выгодному и наиболее дорогому вариантам.

Решение задачи представить в форме таблицы (см. форму 2.1).

При расчетах расход топлива В (т/год) и количество выбросов всех видов загрязняющих веществ допускается округлять до 0,01т.

Таблица 2.1

**ХАРАКТЕРИСТИКА ТОПЛИВ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/n | Угольный бассейн,  объединение, шахта | Зольность  Аг.% | Содержание серы  Sк , % | Объем  продуктов сгорания  при а=1  V0 | Низшая  теплота  сгорания Q1,  МДж/кг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Подмосковный, Тулуголь,  ш. Щекинская | 37,6 | 3,7 | 2.71 | 10.38 |
| 2 | Подмосковный, Новомо-  сковскуголь, ш.Северная | 28,5 | 5,0 | 3,21 | 11,24 |
| 3 | Кузнецкий (откр добыча),  разрез Моховский | 11,1 | 0,4 | 6,62 | 23,56 |
| 4 | Кузнецкий (откр добыча),  разрез Колмогорский | 12,0 | 0,5 | 7,12 | 25,53 |
| 5 | Канско-Ачинский, разрез Ирша-Борогдинский | 6,7 | 0,2 | 4,53 | 15,54 |
| 6 | Подмосковный ш.Россошинская | 35,7 | 2,5 | 2,82 | 10,30 |
| 7 | Подмосковный, Тулуголь,  ш. Западная | 37,0 | 3,5 | 2,93 | 10,47 |
| 8 | Кузнецкий (откр добыча),  разрез Байдаевский | 9,2 | 0,4 | 7,39 | 26,67 |

Продолжение табл. 2.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 9 | Кузнецкий (откр добыча), разрез Грамотеинский | 13,5 | 0,3 | 6,81 | 24,36 |
| 10 | Канско- Ачинский, разрез Назаровский | 7,3 | 0,4 | 3,92 | 13,06 |
| 11 | Подмосковный, Тулуголь, ш. Московская | 36,4 | 3,6 | 2.68 | 10,09 |
| 12 | Подмосковный, Новомо­сковскуголь, ш.Горняк | 28,8 | 4,1 | 3,22 | 11,48 |
| 13 | Кузнецкий (откр. добыча), разрез Новосергиевский | 13,8 | 0,5 | 7,11 | 25,83 |
| 14 | Кузнецкий (откр.добыча), разрез Прокопьевский | 9,0 | 0,4 | 7,38 | 26,71 |
| 15 | Канско- Ачинский, Бере-эовское месторождение . | 4,7 | 0,2 | 4,62 | 15,70 |
| 16 | Подмосковный, Скопин-ское, ш. N 53 | 36,1 | 7.7 | 2,83 | 10,34 |
| 17 | Подмосковный, Новомо­сковску голь, ш.Дубовская | 35,9 | 5,3 | 3,11 | 10,97 |
| 18 | Кузнецкий (откр.добыча), разрез Киселевский | 7,4 | 0,4 | 7,58 | 27,63 |
| 19 | Кузнецкий (откр.добыча), разрез Черниговский | 17,1 | 0,4 | 6,59 | 23,68 |
| 20 | Канско-Ачинский, Баран-датское месторождение | 4,4 | 0,2 | 4,38 | 14,86 |
| 21 | Подмосковный, Скопин-ское, ш. N 57 | 36.5 | 6,8 | 3,15 | 10,80 |
| 22 | Подмосковный, Новомс-сковскугаль, ш.Зубовская | 41,6 | 3,7 | 2,57 | 9,29 |
| 23 | Кузнецкий (откр.добыча), разрез Томусинский | 14,6 | 0,5 | 7,07 | 24,40 |
| 24 | Кузнецкий (откр.добыча), разрез Междуреченский | 15,6 | 0,3 | 7.21 | 25,87 |
| *2Ь* | ПечерскиЙ, Интауголь | 31,0 | 3,2 | 5,62 | 17,54 |
| 26 | Подмосковный, Скопин-ское, ш. N 3 | 35,5 | 7,8 | 3,07 | 10,59 |
| 2/ | Подмосковный, Новомо-сковскуголь, ш.Соколовская | 30,8 | 5,7 | 3,25 | 11,35 |
| 28 | Кузнецкий (откр.добыча), разрез Сибиргинский | 15,6 | 0,3 | 7,17 | 25,87 |
| 29 | Кузнецкий (откр.добыча), разрез Листвянсхий | 18,4 | 0,5 | 6,68 | 24,44 |
| 30 | Печерский, Воркутауголь | 12,0 | 0,6 | 7,64 | 27,47 |

**Исходные данные**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Расчётная потребность котельной в топливе, ГДж/год | Тип топки  (по таблице характеристик топок) | Возможные марки углей (по табл. Характеристик) |
| 1 | 4000 | 1 | 1-5 |
| 2 | 8500 | 2 | 1-5 |
| 3 | 2500 | 3 | 1-5 |
| 4 | 4500 | 4 | 1-5 |
| 5 | 3500 | 5 | 1-5 |
| 6 | 3000 | 6 | 6-10 |
| 7 | 5000 | 1 | 6-10 |
| 8 | 5500 | 2 | 6-10 |
| 9 | 6000 | 3 | 6-10 |
| 10 | 6500 | 4 | 6-10 |
| 11 | 7000 | 5 | 11-15 |
| 12 | 7500 | 6 | 11-15 |
| 13 | 8000 | 1 | 11-15 |
| 14 | 9000 | 2 | 11-15 |
| 15 | 9500 | 3 | 11-15 |
| 16 | 4000 | 4 | 16-20 |
| 17 | 8500 | 5 | 16-20 |
| 18 | 2500 | 6 | 16-20 |
| 19 | 4500 | 1 | 16-20 |
| 20 | 3500 | 2 | 16-20 |
| 21 | 3000 | 3 | 21-25 |
| 22 | 5000 | 4 | 21-25 |
| 23 | 5500 | 5 | 21-25 |
| 24 | 6000 | 6 | 21-25 |
| 25 | 6500 | 1 | 21-25 |
| 26 | 7000 | 2 | 26-30 |
| 27 | 7500 | 3 | 26-30 |
| 28 | 8000 | 4 | 26-30 |
| 29 | 9000 | 5 | 26-30 |
| 30 | 9500 | 6 | 26-30 |

Таблица 2.3

**ХАРАКТЕРИСТИКА ТОПОК**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  топки | Тип топки | Коэффициент избытка воздуха  **а** | Доля твердых  частиц в уносе  **X** | Кол-во СО на ед.теплоты  **Ксо,**  **кг/ГДж** | Потери теплоты  от неполноты  сгорания  q4 , % |
| 1 | С неподвижной решет-  кой и пневмомеханиче-  ским забросом | 1,5 | 0,0026 | 0,7 | 8,7 |
| 2 | С неподвижной решет-  кой и ручным забросом | 1,4 | 0,0023 | 1,9 | 5,0 |
| 3 | С цепной решеткой и  Забрасывателями | 1,6 | 0,0035 | 0,7 | 10,4 |
| 4 | Шахтно-цепная | 1,3 | 0,0019 | 2,0 | 3,5 |
| 5 | Камерная с твердым  Шлакоудалением | 1,2 | 0,0013 | 7,0 | 3,0 |
| 6 | Слоевая | 1,4 | 0,0011 | 16,0 | 3,2 |

Форма 2.1

**Форма представления результатов расчета:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рассматриваемые сорта углей |  |  |  |  |  |
| Затраты на топливо, руб. |  |  |  |  |  |
| Годовая потребность в натуральном исчислении В, т |  |  |  |  |  |
| Выброс вредных веществ, т/год   * Твердые частицы Птв * Оксиды серы Пso * Оксид углерода Псо * Оксиды азота Ппо |  |  |  |  |  |
| Выброс вредных веществ пределах лимитов, т/год   * Твердые частицы Птв * Оксиды серы Пso * Оксид углерода Псо * Оксиды азота Ппо |  |  |  |  |  |
| Выброс вредных веществ сверх лимитов, т/год   * Твердые частицы Птв * Оксиды серы Пso * Оксид углерода Псо * Оксиды азота Ппо |  |  |  |  |  |
| Плата за выброс вредных веществ в пределах лимитов, руб.   * Твердые частицы Птв * Оксиды серы Пso * Оксид углерода Псо * Оксиды азота Ппо |  |  |  |  |  |
| Плата за выброс вредных веществ сверх лимитов, руб.   * Твердые частицы Птв * Оксиды серы Пso * Оксид углерода Псо * Оксиды азота Ппо |  |  |  |  |  |
| Общий размер платы предприятия за выбросы в атмосферу, руб. |  |  |  |  |  |
| Полные расходы предприятия, руб |  |  |  |  |  |
| Сорт наиболее выгодного для предприятия угля (№ по табл.хар-к) |  | | | | |
| Уменьшение расходов предприятия при переходе на наиболее выгодный вариант, руб. |  | | | | |
| Сорт наиболее невыгодного (дорогого) вариант (№ по табл. характеристик углей) |  | | | | |
| Разница в расходах предприятия по наиболее выгодному и наиболее дорогому вариантам, руб. |  | | | | |