

????????

?????????? ??????????? ??????? ??????????? ?????? ?????????? ?????????? ???????????, ??? ?????????? ?????????? ?????????????
??????????, ??????????? ?????????????????? ????????????????

????????? ?????????????????????? ??????????????????? [1]. ?????????? ?? ??????? ???????, ?????????? ?????????? ? ?????????????????????????? (???)
????????????????? ??????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????? ? ??????????????????????
????????????? [2]. ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????? ?????? ??????? ?? ?????????????? ? ?????????????????? ??????????????????,
??? ?????????????? ?? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????? ?? ? ?????????????????? ??????????????????, ?? ? ? ?????????? ??????????????????
[3].

????????? ? ?????????????????????? ?????????? ?????????? ?????????????, ?????????? ??????????, ??? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????????
????????????????? ??????????????? ??????????????? [4]. ?????????????????????????? ?????????????????? ?????????, ??? ?????????????????????? ??????????????????
????????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????????? [5]. ?? ? ??????? ??? ?????????? ?????????????? ??????????
?????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????????, ?????????? ?????????????? ?????????? ? ??????????????? ??????????????, ?????????
????????????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????????????? ?????? ?? ?????????????????? ?????????????? ?????? [6].

? ?????????? ?????????????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????????????? ??????? ?? ?????????? ?????????? ??????? "????????-????????????-
????" [7]. ?????????????? ?????????????????? ??????????????????, ?? ??-????????, ?????????? ? ?????????????? ?????????????, ?????????? ?? ??????
????????????????? ?????????? ??????????-????????? ?????????, ?? ? ?????????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????????????? [8].
????????????????????? ??????? ??????????????, ?? ?? ?????????????????? ?????????????? ?????????????????? ??????? ?????????????? ??????????????????
????????????? ?????????? ???????, ?????????????????? ?????????????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????????? ??????????

????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????, ?????????? ?????????????? ?? ?????????????? ??????????
????????????????? ? ?????????????????????? ????????? [10]. ?????????????? ?????????? ?????????? ?? ??????? ?????????????? ?????????????????? ??????????
????????????????????? ?????????? ?????????????????? ???????, ? ?? ?????? ?? ?????????????? ?????????? ? ?????????????? ??????????????????????
????????????????????? ?????????? ?????????????????? ?? ?? ?????????????? ? ?????????????? ?????????????????? [11]. ?????? ?????????? ?????????? ??????????
????????????????? ?????????????? ? ?????????? ?????????? ??????????????????, ?? ?????????????? ?????????? ?????????????????? ??????????????
????????????????????? ?????????????????? ?? ?????????????? ??????????????????-????????????? ? ?????????????? ?????????????? ?????? [12].

?? ?????????? ?????????????????????? ?????????? ?????????????????, ?? ?????????????? ?????????????????? ?????????????? ??????? ??????? ??????????
????????????????? ?????????????? ?????? [13]. ?????????????? ?????????????????? ?????????????????? ??????, ?????????????? ?? ?????????????? ? ??????????,
????????? ?????????????????? ?????????????? ??????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ?????????? [14]. ?????????????????? ?????????????????? ??????
????????????? ?????? ?????????????????????? ?????????? ?????????????? ??????? ?? ?????????? ?????????? ??????????????, ?? ?????????? ??????? ??????????
?? ?????????????? ?????????????????????? ?????????????? [15].

????????????????? ?????????????????? ?????????????????????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ??????????????
????????????????? [16]. ?????????????????????????????? ??????? ??????????????????????, ?? ???????, ?????????????? ?????????? 3D-?????, ??????????????????
????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?? ?? ?????????? ?????????????????????? ??????????????, ?? ? ?? ?????????????????? ??????-?????????????????
?????????????????, ?? ?????????? ?????? ?????????????? ?? ?????????????? ?????????????????? ?????????????? ??????? [17].

????????????? ?????????????????? ???????, ?????????????? ??????????, ?? ?????????????? ?????? ?????????????? ?????? ?????????????? ??????????????
????????????? ?????????????????????? ?????????????? ? ?????????? ?????????????? ?????????? [18]. ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ??????????
????????????????? ?????? ?? ?????????? ? ?????????????????? ?????????????????? ??????????, ?? ?????? ?????? ?????????? ?????????? ??????????
????????????? ?????????????? ?????? ?????????? ?????? ?????? [19]. ? ?????????????????? ?????? ?????? ?????????????????????? ? ??????????????????????
????????????? ?????????????? ?? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????, ?? ?????????????? ?????????????????? ??????? ??????????
????????????????????? ?????????? ?? ?????????????????? [20].

????????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????????, ?????????? ?????????? ?????????????????? ?????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ? ????
????????? ??????, ?????????????????????????? ?????????????? ? ?????????? ?????????? ?????????? [21]. ?????????????? ?????????? ??????????
????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????????? ??????????, ?? ?????? ?????? ?????????? ??????????????????
????????????? ? ?????????? ?????????? ?????????????????????????? ?????????????????? ??????, ?????????????? ?????????? ?????????????? ? ??????????????????????????
[22].

????? ?????? - ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????????????? ?????????????????? ?????????? ?? ?????? ?????????????????????,
????????????? ?????????? (?????? ? ???????) ? ?????????????????? ?????????????????????????????? (??). ?????????????? ?????????????? ?? ??????????
????????????????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ? ?????????????????????????? ??????????????????????, ?????????????? ?? ?????????????? ?
??????????????????.

?????????? ? ???????

??????? ? ???????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ?? ?????? ?????????, ??????????????????????
????????????? ?????????? ? ?????????????????????? ??????????????????????????????????. ??????? ?????????????????? - ?????????????????? ?????????, ??????????????
????????? ?????????-????????????????? ??????????????????????, ?????????????? ?????? ?????????????????? ?????????? ?????????? ???????, ??????????????
????????????????? ? ?????????????? ???.

????????????????????? ?????????? ?????????????? ? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????? 400 ?? ???????
????????????? 3,0-3,2 1/1³, ?????????? ?????????????????? 300-350 1/1³ ? ?????????????????? ?????????? ??????????????: ?????? - ?? ?????? 45 ?????,
????? - ?? ?????? 10 ?????. ?????????????? ?????????????? ?????????? ??????????????: ?????????? ?? ?????? ? 28 ????? 39,2-49,0 ???, ??????????
?? ?????? 5,4-6,4 ???.

????????? ?????????? ???????? ??? ?????????? ??? ??????: ?????????????? ?????? ???????? 0,1-1 ?? ? ?????????? 8-12% ? ?????????? ???????? ????????? 1-5 ?? ? ?????????? 350-450 ??/?³ ? ?????????? ?? ?????? 1,5%. ?????????? ?????? ?????????? ???????? ?????????????????? ?????????? ?????????? 40-50%, ???????? 20-30%, ?????????????? 15-25% ? ?????????????? ???????? 2-5%(???????? 1).

??????? 1. ?????????? ????????

Figure 1. Wood shavings

????????? - ?????????????? ??????????? ????????

Source: the authors' own photographs

????????????? ?????????? ?????????????? ?????? ?????? ?? ?????????????????? ??? ? ?????????? ?????? 2-8 ??, ?????????? 0,2-0,5 ??, ?????????? 1,38 ??/?³, ?????????????? ?????????? 220-230°C ? ?????????? ?????????????????? 30-40%.

????????? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????? ?????????????? ?????????????????? ?????? ?? ?????????? ?????????? 3-5%. ?????????? ???-????????????? ?????????? ?????????????? ??????????????, ?????????? ?????????? ? ?????????????????? ?????????? 10% ?????????? NaOH. ?????????? ?????? ?????????????? ?????????? ?????????????? ??????-????????????? ??????????????, ?????????? ?????????? ?????????? ? ?????????????????????? ???????? (???????? 2).

????????? 2. ?????????? ????

Figure 2. Drying cabinet

????????? - ?????????????? ??????????? ????????

Source: the authors' own photographs

????????????? ? ?????????? ?????????????? ??? ?????????? ?????????????? ?????????????? ??????????: ?????????? ??? ???? 5%, ?????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????????? ?????????. ??? ???-????????????? ?????????????: ?????????? ???????? ???? ?????????????? ?????????????? ?? ??? 90%, ?????????????? ?????????????? ?? ?????? 5%.

????????????????? ?????? ? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????? ?????????????, ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ? ?????????? ? ?????????????????????? ?????????????????????? ??????????????.

????????????????? ?????????????????????? ??????????????????

????????? ?????????? ?????????????? ? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ??????????, ?????????? ?????????????? ?????????? ??? ???? ?? 5%, ?????????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ???????????. ??? ?????????????? ?????????????? ?????????????????????? ?????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????????? ?? ?????? 90% ??? ?????????????? ?????????????? 5%. ?????????? ?????? ? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ??????????????, ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ? ?????????????? ?????????? ? ?????????????????????? ?????????????????????? ??????????.

????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ??? ?????????????????? ??????. ?? ?????????????????? ?????? ?????????? ?????????????????????? ?????????? ?????????????? ?????? ?????? ?? ?????????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????????? ??????????????

????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????????, ?????????????? ??? ?????????????????? ?????????????? ? ?????????????? ?????????????? ??? ?????????????? 230°C ? ?????????? 15-20 ??????. ? ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??? ?????????????? ?????????????? ??????????????(???????? 3).

????????? 3. ???????? ?????????????????? ? ??? ?????????? ????????

Figure 3. Caramelized wood waste pellets in PET

????????? - ?????????????? ??????????? ????????

Source: the authors' own photographs

?? ?????????? ?????????????????? ?????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????? ? ??????????????????. ?????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????????? ?????? ????????? 0,1-0,6 ?? ? ???????? 5-7 ?????, ? ?????????? ??? ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?? ??????????. ?????? ?????????? ?????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????????????? ??????.

????????????????? ?????????? ?????? ?????????????????????? ?????? ?????????????????????? ?????????????? ?????????????????? ??????????????:

- ?????????????? ?? ?????????? ?????????? ????????????? 3-4 ??;
- ?????? ?????????????? ?????????????????????? ?????????????? ? ?????????? 90-120 ?????;
- ?????????? ?????????? ?????? ?????????????????? ? ?????????? 1150-1250 ??/?³.

