

???????

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

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

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

?????????? ???????????? ??????????? ??????????? ??????? ?????????? ?????????????????? ??????? ?? ?????????? ?????????? ??????? "??????-??????????-  
 ???" [7]. ?????????????? ?????????????????? ??????????????????, ?? ???-????????, ??????????? ? ??????????????? ???????????, ?????????? ?? ??????  
 ?????????????????? ??????????? ??????????-?????????? ?????????, ?? ? ?????????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????????????? [8].  
 ?????????????????????? ??????? ?????????????????, ?? ??? ?????????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????? ??????????????  
 ?????????????? ?????????? ???????, ?????????????????? ?????????????? ?????????????????????? ?????????????? ? ?????????????? ????????? [9].

[illegible]

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

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

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

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

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

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

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

????????????? ??????? ?????????? ? ???????? ?????????? ?????????? ??????????????? ??????????????? ?????? ?400 ?? ???????  
 ??????????? 3,0-3,2 ?/?<sup>3</sup>, ????????? ?????????????? 300-350 ?/? ? ?????????????? ????????? ??????????????: ??????? - ?? ?????? 45 ?????,  
 ?????? - ?? ??????? 10 ?????. ????????????? ??????????? ?????????? ??????????????: ??????????? ?? ??????? ? 28 ?????? 39,2-49,0 ???, ??????????  
 ?? ?????? 5.4-6.4 ???.

????????? ?????????? ???????? ??? ?????????? ??? ??????: ?????????????? ?????? ???????? 0,1-1 ?? ? ?????????? 8-12% ?  
????????? ???????? ????????? 1-5 ?? ? ?????????? 350-450 ??/?<sup>3</sup> ? ?????????? ?? ????? 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 ??/?<sup>3</sup>, ?????????????? ?????????? 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 ??/?<sup>3</sup>.

